

A close-up photograph of a horse's eye, showing the iris and the reflection of a landscape on the cornea. The horse's coat is brown and white, and its eyelashes are dark and thick.

2b

HAVO | VWO

biologie voor jou

HANDBOEK

bvj

MALMBERG

2b HAVO|VWO

biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE ONDERBOUW
HAVO|VWO

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
ARTHUR JANSEN
ONNO KALVERDA
HANS RAWEE
GERARD SMITS
BEN WAAS

ZEVENDE EDITIE
MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Het biologieboek dat voor je ligt, is deel 2b van 'Biologie voor jou'. Hoe het boek precies in elkaar zit, kun je zien als je het doorbladert. We hebben dit boek zó geschreven, dat je er zelfstandig mee kunt werken.

Je kunt op hulp van je docent rekenen als je die nodig hebt.

Bij dit boek hoort een werkboek, een antwoordenboek en een methodesite. Op de methodesite vind je een digitale versie van het werkboek en/of handboek.

Daarnaast is er de mogelijkheid om digitaal te oefenen (inclusief diagnostische toetsing).

WERKEN MET BIOLOGIE VOOR JOU

De onderwerpen die in dit boek staan, noemen we thema's. Elk thema begint met een inleiding. Hierin staat kort beschreven wat je in het thema kunt verwachten. Elk thema bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstof
- Extra basisstof
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstof

Hierna kun je lezen hoe je met deze onderdelen moet werken.

BASISSTOF

In de basisstof staan teksten en afbeeldingen die je gaat lezen. Je komt dan vanzelf een verwijzing tegen naar opdrachten die in het werkboek staan. Bijvoorbeeld:

WB OPDRACHT 1 BLZ. 6

Deze opdrachten maak je in je werkboek.

Aan het einde van de basisstof staat soms een keuzeopdracht. Je hoort van je docent of je deze keuzeopdracht moet maken.

Als je de opdrachten hebt gemaakt, word je terugverwezen naar het handboek. Bijvoorbeeld:

HB BASISSTOF 2 BLZ. 12

Soms moet je bij een opdracht gebruikmaken van internet.

Bij sommige opdrachten heb je een knipblad nodig. Deze knipbladen zitten in het werkboek. Het is handig als je zelf een schaar en een plakstift hebt. Naast je gewone schrijfmateriaal heb je een tekenpotlood (HB) nodig en kleurpotloden. Met het antwoordenboek kun je zelf de gemaakte opdrachten nakijken.

EXTRA BASISSTOF

Aan het einde van de basisstof staat de extra basisstof. Als je de basisstof klaar hebt, hoor je van je docent of je de extra basisstof moet gaan maken. De gemaakte opdrachten uit de extra basisstof kun je nakijken met het antwoordenboek.

SAMENVATTING

In de samenvatting is kort weergegeven wat je hebt geleerd in de basisstof en (eventueel) in de extra basisstof. Je moet dit ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je nagaan of je alles ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat. De diagnostische toets kun je nakijken met het antwoordenboek.

De diagnostische toets kun je ook maken op de methodesite. Je krijgt dan meteen te zien of je de vragen goed hebt beantwoord.

VERRIJKINGSSTOF

Als je alles ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat, kun je aan de verrijkingsstof beginnen. De verrijkingsstof bestaat uit onderdelen waaruit je kunt kiezen. Je hoeft niet alle onderdelen te maken; je hoort van je docent hoeveel je er moet kiezen. De opdrachten van de verrijkingsstof kun je met het antwoordenboek nakijken.

We hopen dat je met veel plezier met dit boek zult werken.

De auteurs

Inhoud

Thema 5

Erfelijkheid en evolutie

BASISSTOF 8

1	Genotype en fenotype	8
2	Chromosomen, genen en eiwitten	12
3	Geslachtelijke voortplanting	16
4	Mutaties	20
5	De evolutietheorie	25
6	Argumenten voor de evolutietheorie	35
7	De geschiedenis van het leven op aarde	40
8	Biotechnologie	45

EXTRA BASISSTOF 52

9	Dominante en recessieve allelen	52
10	Erfelijkheidsonderzoek	54

SAMENVATTING 57

DIAGNOSTISCHE TOETS 61

VERRIJKINGSSTOF 69

1	De evolutie van paardachtigen	69
2	Stamcellen	71
3	Het syndroom van Down	74

Thema 6

Ecologie

BASISSTOF 78

1	Wat is ecologie?	78
2	Voedselrelaties	81
3	Kringlopen	85
4	Piramides	88
5	Populaties	91
6	Successie	94
7	Aanpassingen bij dieren	96
8	Aanpassingen bij planten	99

EXTRA BASISSTOF 102

9	Autotroof en heterotroof	102
10	De energiestroom in een ecosysteem	103

SAMENVATTING 105

DIAGNOSTISCHE TOETS 109

VERRIJKINGSSTOF 117

1	Ecosystemen in Nederland	117
2	De strooisellaag	119
3	Samenleven	120

Thema 7

Mens en milieu

BASISSTOF	124
1 De mens en het milieu	124
2 Energie	131
3 Het broeikaseffect	135
4 Schone lucht	139
5 Afval	142
6 Voedselproductie	147
 EXTRA BASISSTOF	 155
7 Bescherming tegen ziekten en plagen	155
8 Water en bodem	159
 SAMENVATTING	 162
DIAGNOSTISCHE TOETS	167
 VERRIJKINGSSTOF	 176
1 Zwerfafval	176
2 Maatregelen om het milieu te beschermen	179
3 Een bodemprofiel maken	181
 REGISTER	 182

5

Erfelijkheid en evolutie



BASISSTOF

- 1 Genotype en fenotype
- 2 Chromosomen, genen en eiwitten
- 3 Geslachtelijke voortplanting
- 4 Mutaties
- 5 De evolutietheorie
- 6 Argumenten voor de evolutietheorie
- 7 De geschiedenis van het leven op aarde
- 8 Biotechnologie

EXTRA BASISSTOF

- 9 Dominante en recessieve allelen
- 10 Erfelijkheidsonderzoek

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

- Samenvatting
- Diagnostische toets

VERRIJKINGSSTOF

- 1 De evolutie van paardachtigen
- 2 Stamcellen
- 3 Het syndroom van Down



Dit thema heet: Erfelijkheid en evolutie. Je hebt eigenschappen geërfd van je ouders, net als iedereen. In dit thema leer je hoe ouders eigenschappen kunnen doorgeven aan hun nakomelingen.

Tot in de negentiende eeuw dacht men dat alle soorten organismen altijd onveranderd hadden bestaan. Nu denken de meeste mensen daar anders over. De soorten die nu op aarde leven, zijn in de loop van miljoenen jaren ontstaan uit andere soorten. In dit thema leer je hoe dit in zijn werk is gegaan.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Genotype en fenotype

Over een pasgeboren baby hoor je soms: 'Ik vind dat hij op zijn moeder lijkt' of 'Zij heeft de ogen van haar vader.' Je kunt dan aan het kind zien dat het eigenschappen heeft geërfd van de moeder en de vader. Het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van een organisme noemen we het **fenotype** van dat organisme.

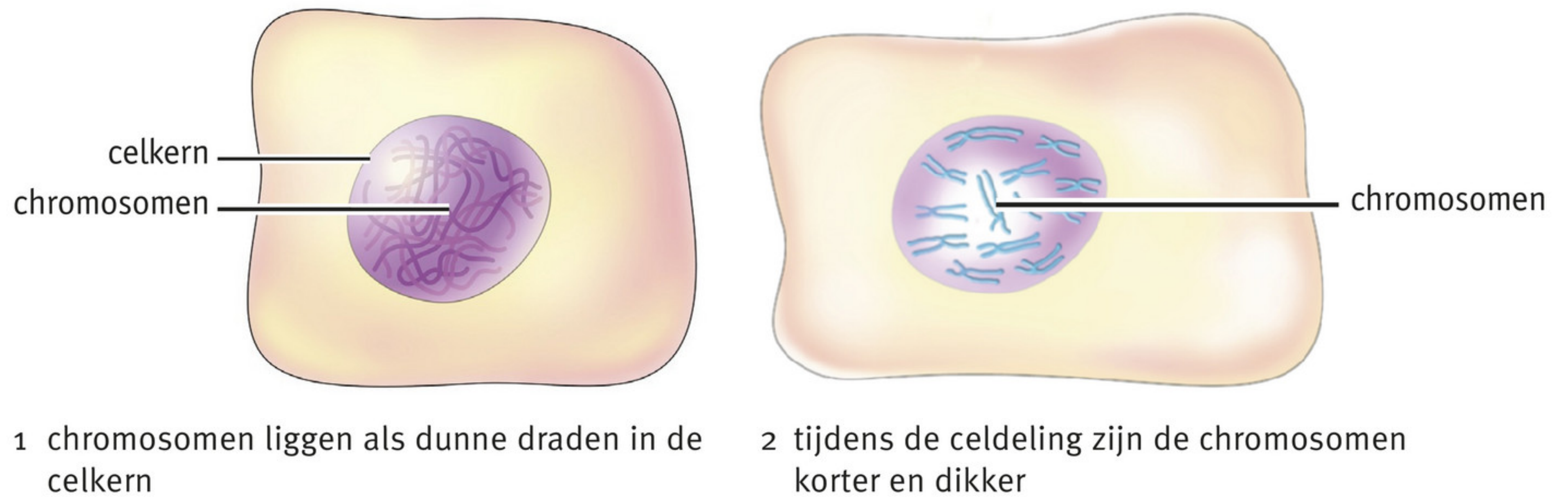
Je fenotype bestaat uit duizenden eigenschappen. Veel van die eigenschappen heb je geërfd van je ouders (bijvoorbeeld de kleur van je haar, de kleur van je ogen en de vorm van je gezicht). De **informatie** voor je erfelijke eigenschappen ligt in het DNA in de celkernen. In nieuwsberichten lees je regelmatig over DNA (zie afbeelding 1).

▼ Afb. 1

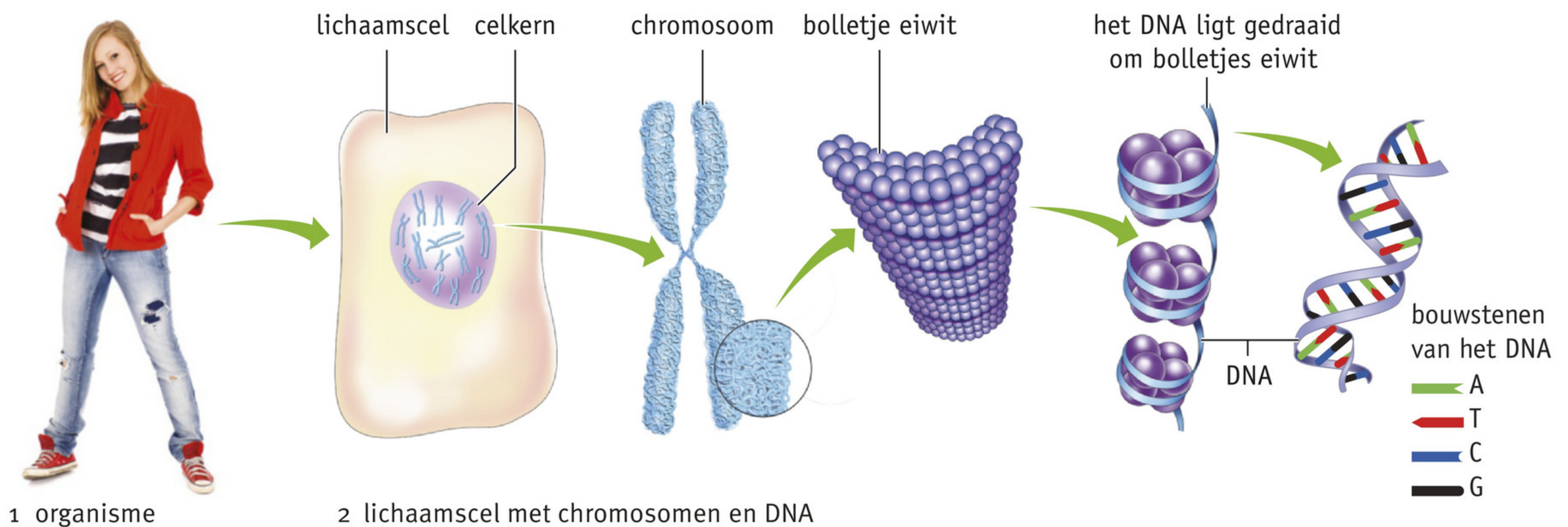


In elke cel van je lichaam bevat de celkern de informatie voor al je erfelijke eigenschappen. In elke celkern in je lichaam liggen **chromosomen**. Chromosomen zijn langgerekte dunne 'draden' die in een celkern als een wirwar door elkaar liggen. Alleen wanneer een cel zich deelt, worden de chromosomen korter en dikker (zie afbeelding 2). Met een microscoop zijn de chromosomen dan zichtbaar. Chromosomen bestaan voor een groot deel uit de stof **DNA** (zie afbeelding 3). Deze stof bevat de informatie voor al je erfelijke eigenschappen.

▼ **Afb. 2** Een cel met celkern, chromosomen en DNA.



▼ **Afb. 3**



▼ **Afb. 4**

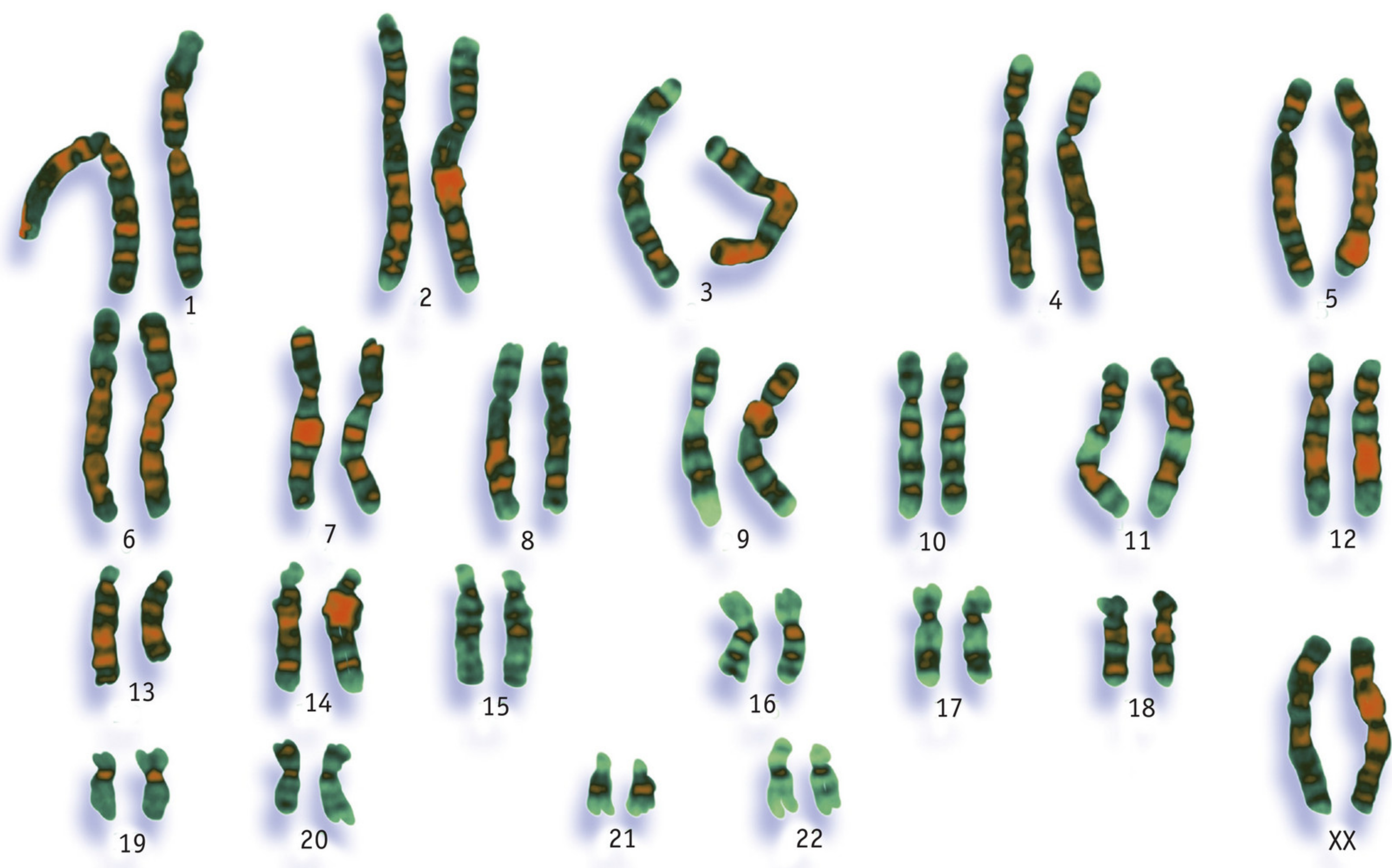


In deel 1 heb je geleerd dat DNA is opgebouwd uit vier verschillende bouwstenen: C, G, A en T. De bouwstenen C en G liggen steeds tegenover elkaar, net als de bouwstenen A en T. Doordat deze vier bouwstenen van het DNA in een bepaalde volgorde staan, ontstaat een **code** met de informatie voor een erfelijke eigenschap (zie afbeelding 4). Het DNA bevat veel verschillende codes met de informatie voor veel verschillende erfelijke eigenschappen. Het DNA in de chromosomen in één enkele celkern bevat de complete informatie voor al je erfelijke eigenschappen. Deze informatie noemen we het **genotype**.

de bouwstenen A, T, C, G vormen codes met de informatie voor erfelijke eigenschappen

In afbeelding 5 zie je de chromosomen van één cel van een vrouw gerangschikt naar grootte en vorm. Uit deze afbeelding blijkt dat een cel van een mens 46 chromosomen bevat. De chromosomen zijn telkens twee aan twee aan elkaar gelijk. De chromosomen komen dus in **paren** voor. De beide chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk. Ze bevatten ook de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

▼ **Afb. 5** De chromosomen van een vrouw, in paren gerangschikt.



▼ **Tabel 1** Enkele soorten met het aantal chromosomen per lichaamscel.

Soort	Aantal chromosomen
Bananenvlieg	8
Huisvlieg	12
Erwt	14
Ui	16
Tomaat	24
Groene kikker	26
Kat	38
Mens	46
Veldmuis	46
Aardappel	78
Hond	78
Adelaarsvaren	104
Heremietkreeft	254

Een mens heeft 23 paren chromosomen in een celkern. Dit geldt voor alle cellen waaruit het lichaam van een mens is opgebouwd. Deze cellen noemen we **lichaamscellen**. Voorbeelden van lichaamscellen zijn levercellen, spiercellen en huidcellen.

Elke soort organisme heeft in de kernen van de lichaamscellen een vast aantal chromosomen. Deze chromosomen komen telkens in paren voor. In tabel 1 is voor een aantal soorten het aantal chromosomen per lichaamscel weergegeven. Uit deze tabel blijkt dat elke soort een even aantal chromosomen in de lichaamscellen heeft.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 6

HOE KOMT HET FENOTYPE TOT STAND?

Het genotype kan veel eigenschappen bepalen. Als je bijvoorbeeld zwart haar hebt, wordt deze kleur veroorzaakt door je genotype. Ook als je steil haar hebt, wordt deze eigenschap veroorzaakt door je genotype.

Het genotype bepaalt echter niet al je eigenschappen. Misschien heb je een lichte huid. In de zomer kan je huid bruin worden door de zon. Je fenotype verandert dan. Maar in je chromosomen blijf je de erfelijke eigenschap voor een lichte huid bezitten (zie afbeelding 6).

▼ **Afb. 6** Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.



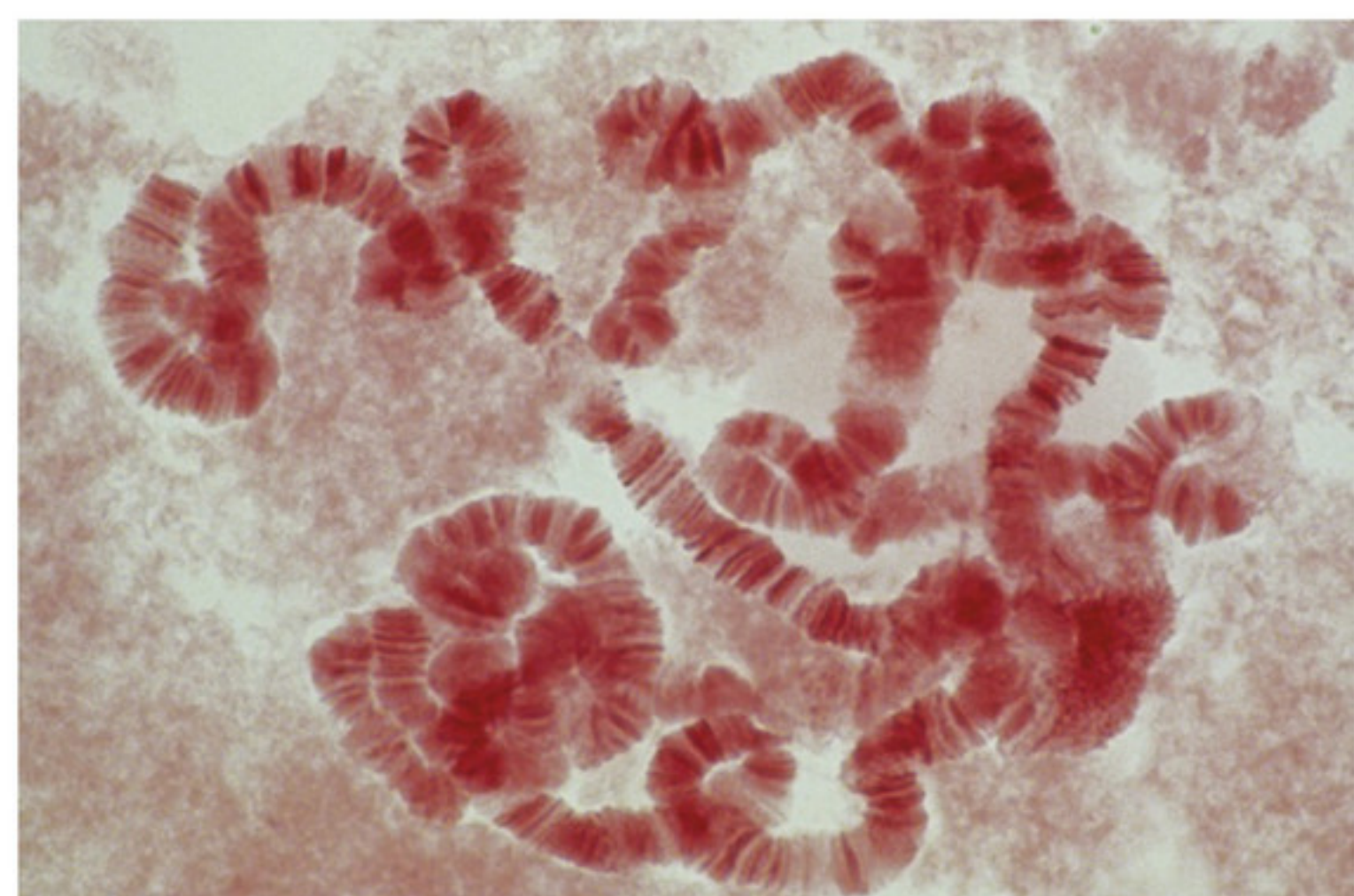
Uit dit voorbeeld blijkt dat het fenotype maar voor een deel wordt bepaald door het genotype. Het fenotype kan door allerlei oorzaken veranderen, zonder dat het genotype verandert. De oorzaken van deze veranderingen kun je samenvatten als 'invloeden uit het milieu'.

Het fenotype van een organisme komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.

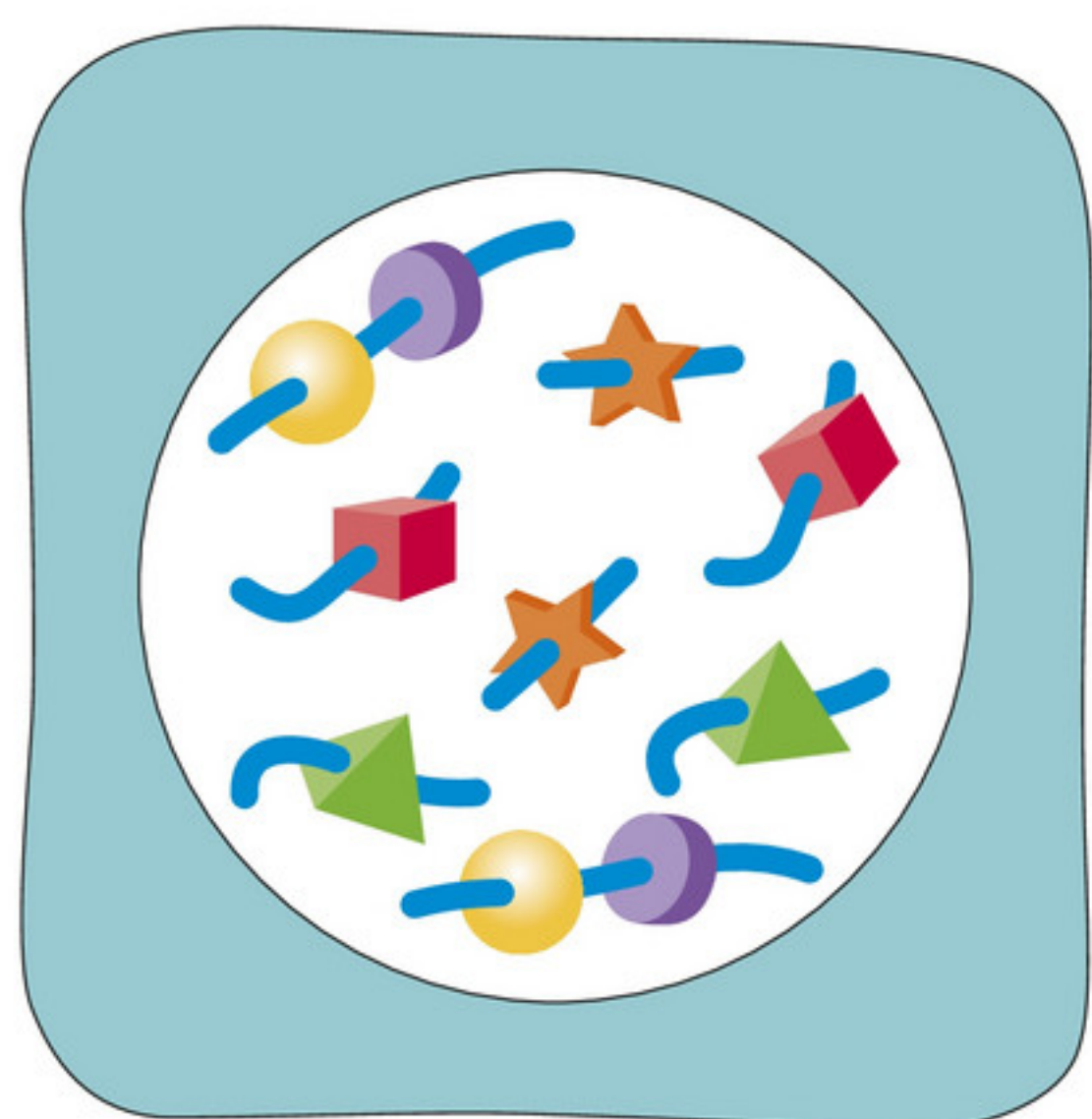
WB OPDRACHT 2 EN 3 BLZ. 8

2 Chromosomen, genen en eiwitten

▼ **Afb. 7** Chromosoom (microscopische foto).



▼ **Afb. 8** Lichaamscel met chromosomen en allelenparen (schematisch).



● ● ● ● ● = allelen

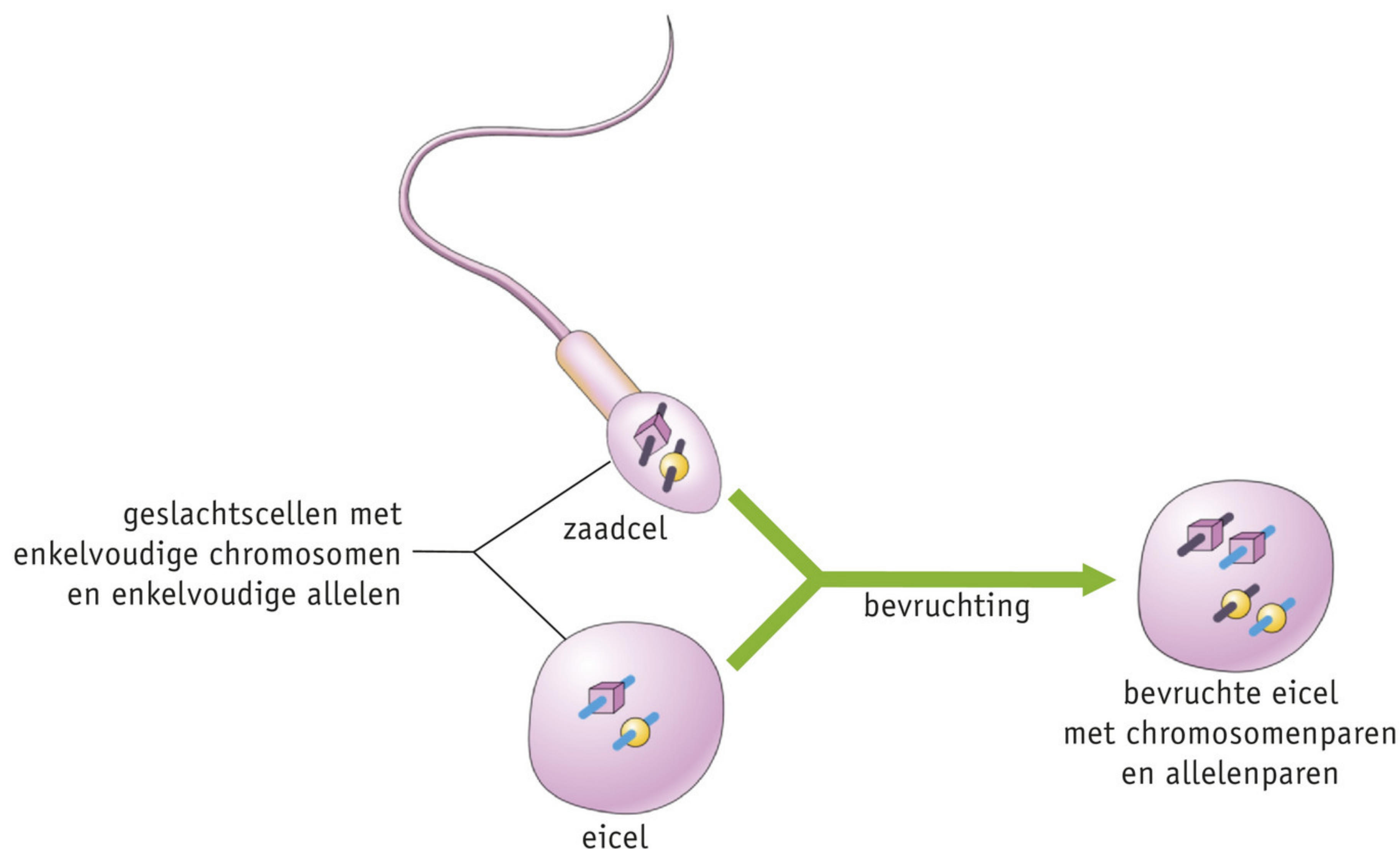
Ieder mens heeft duizenden erfelijke eigenschappen. De informatie hiervoor ligt in slechts 46 chromosomen. Elk chromosoom bevat dan ook de informatie voor een groot aantal erfelijke eigenschappen.

Een **gen** is een deel van een chromosoom dat de informatie bevat voor één erfelijke eigenschap. Elk chromosoom bevat veel genen. Het genotype is het geheel van genen dat in een celkern aanwezig is. Elke cel met celkern bevat alle genen.

Je hebt geleerd dat de chromosomen in lichaamscellen in paren voorkomen. De twee chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk. Ze bevatten dan ook genen voor dezelfde erfelijke eigenschappen (zie afbeelding 8). In lichaamscellen komen de genen dus in paren voor. Een enkelvoudig gen van een genenpaar noemen we een **allel**, een genenpaar noemen we een **allelenpaar**. Eén allelenpaar bevat de informatie voor één erfelijke eigenschap, bijvoorbeeld de kleur van je ogen. De allelen van een allelenpaar kunnen wel verschillende informatie bevatten, bijvoorbeeld een allel met informatie voor blauwe oogkleur en een allel voor bruine oogkleur. In basisstof 3 leer je hier meer over.

Ook in de kernen van **geslachtscellen** (eicellen en zaadcellen) komen chromosomen voor. In geslachtscellen komen de chromosomen echter niet in paren voor, maar **enkelvoudig**. Een geslachtscel van een mens bevat dus geen 46 chromosomen, maar slechts 23. Daardoor bevat een geslachtscel *geen* allelenparen, maar enkelvoudige allelen.

▼ **Afb. 9** Chromosomen bij bevruchting.



Bij bevruchting versmelten de kern van een zaadcel en de kern van een eikel met elkaar. De chromosomen van de zaadcel en de chromosomen van de eikel komen dan bij elkaar in de kern van de bevruchte eikel.

De kern van de zaadcel bevat 23 chromosomen die afkomstig zijn van de vader. De kern van de eikel bevat 23 chromosomen die afkomstig zijn van de moeder. De kern van de bevruchte eikel bevat weer 46 chromosomen die twee aan twee aan elkaar gelijk zijn. Van elk chromosomenpaar is één chromosoom afkomstig van de moeder en één van de vader (zie afbeelding 9). Van elk allelenpaar is dan ook één allel afkomstig van de vader en één allel van de moeder. Een DNA-verwantschapstest maakt gebruik van deze informatie (zie afbeelding 10).

▼ Afb. 10

DNA-verwantschapsonderzoek

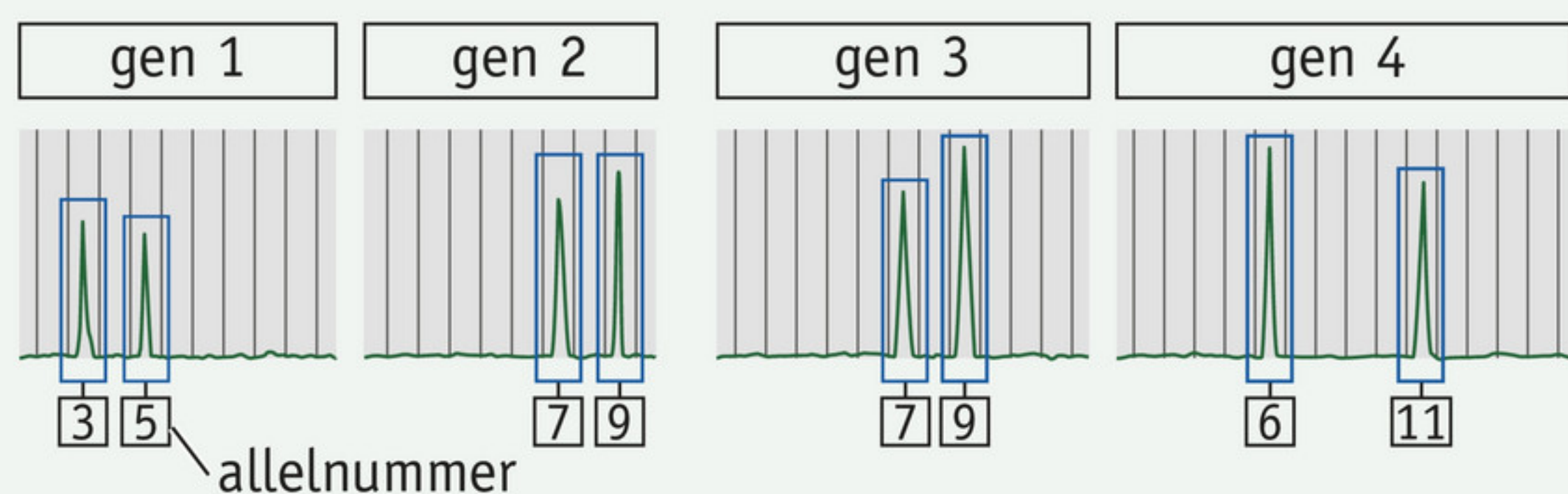
Elk mens heeft de helft van de allelen van zijn vader en de helft van de allelen van zijn moeder. Hierdoor is het mogelijk om met een DNA-verwantschapstest te bepalen of een man de vader is van een kind (zie de afbeeldingen).

Het kind, Marianne, wil twee mogelijke vaders onderzoeken, Twan en Bas. De allelen van de moeder van Marianne zijn bekend. Als Marianne allelen heeft die niet van de moeder zijn en ook niet van

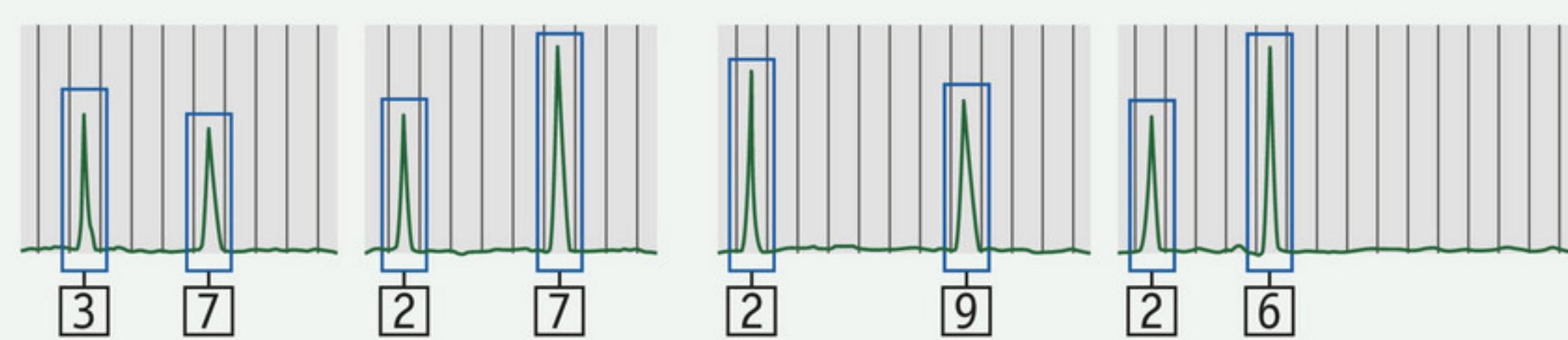
de onderzochte vader, dan is deze man dus niet de biologische vader van het kind.

In deze test zijn vier verschillende genen (vier allelenparen) onderzocht. Het zijn genen waarbij veel verschillende allelen voorkomen. De allelen hebben hier nummers. Als bij deze test een man vier dezelfde allelnummers heeft als Marianne, dan is deze man (met zeer grote waarschijnlijkheid) de vader van Marianne.

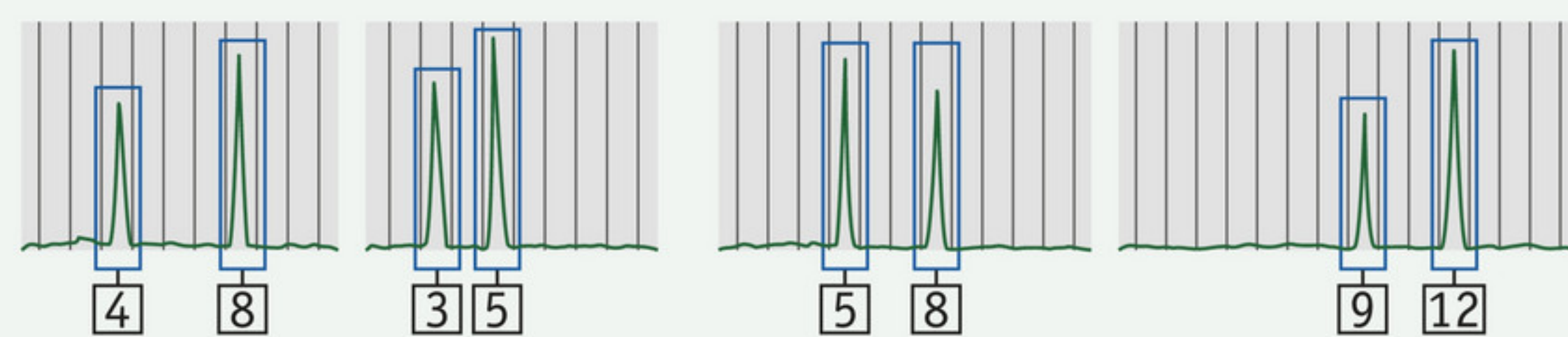
DNA-test Twan



allelenparen moeder van Marianne

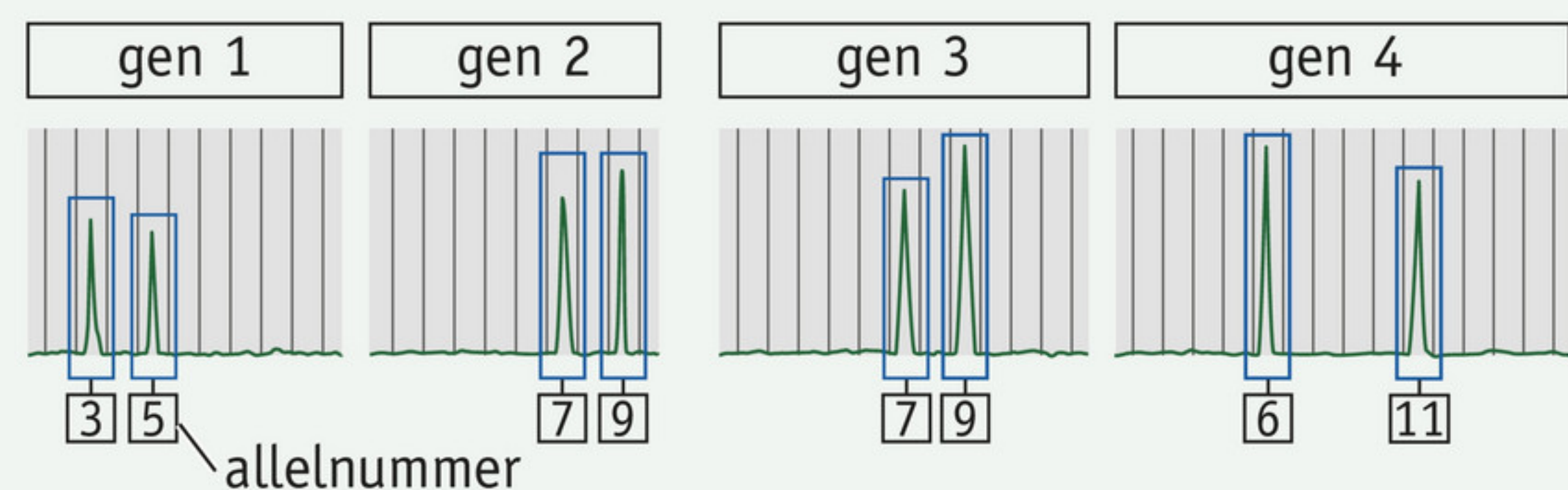


allelenparen Marianne

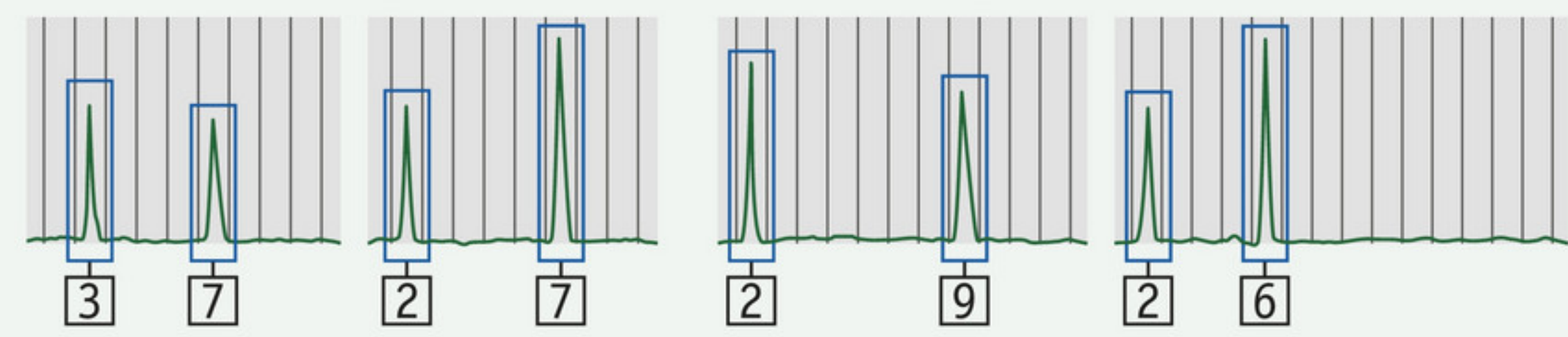


allelenparen van Twan (mogelijke vader van Marianne)

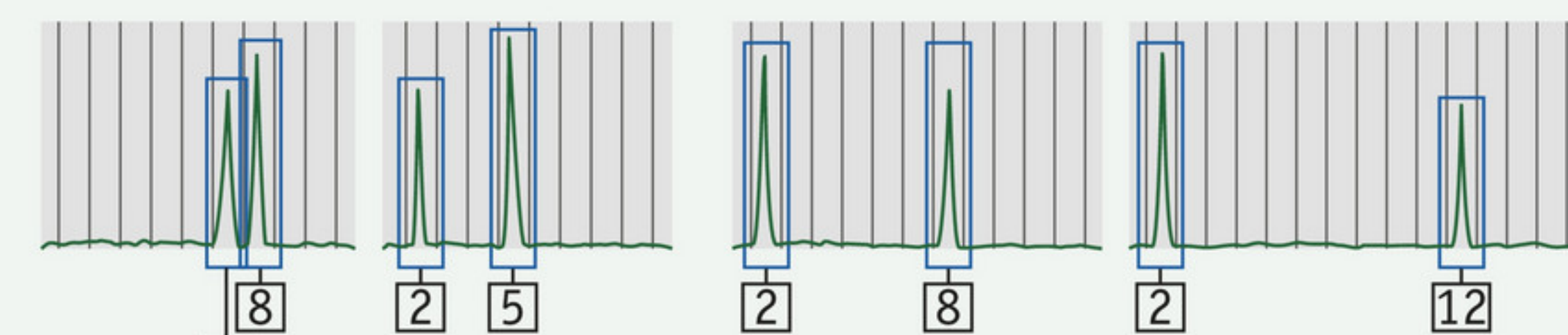
DNA-test Bas



allelenparen moeder van Marianne



allelenparen Marianne

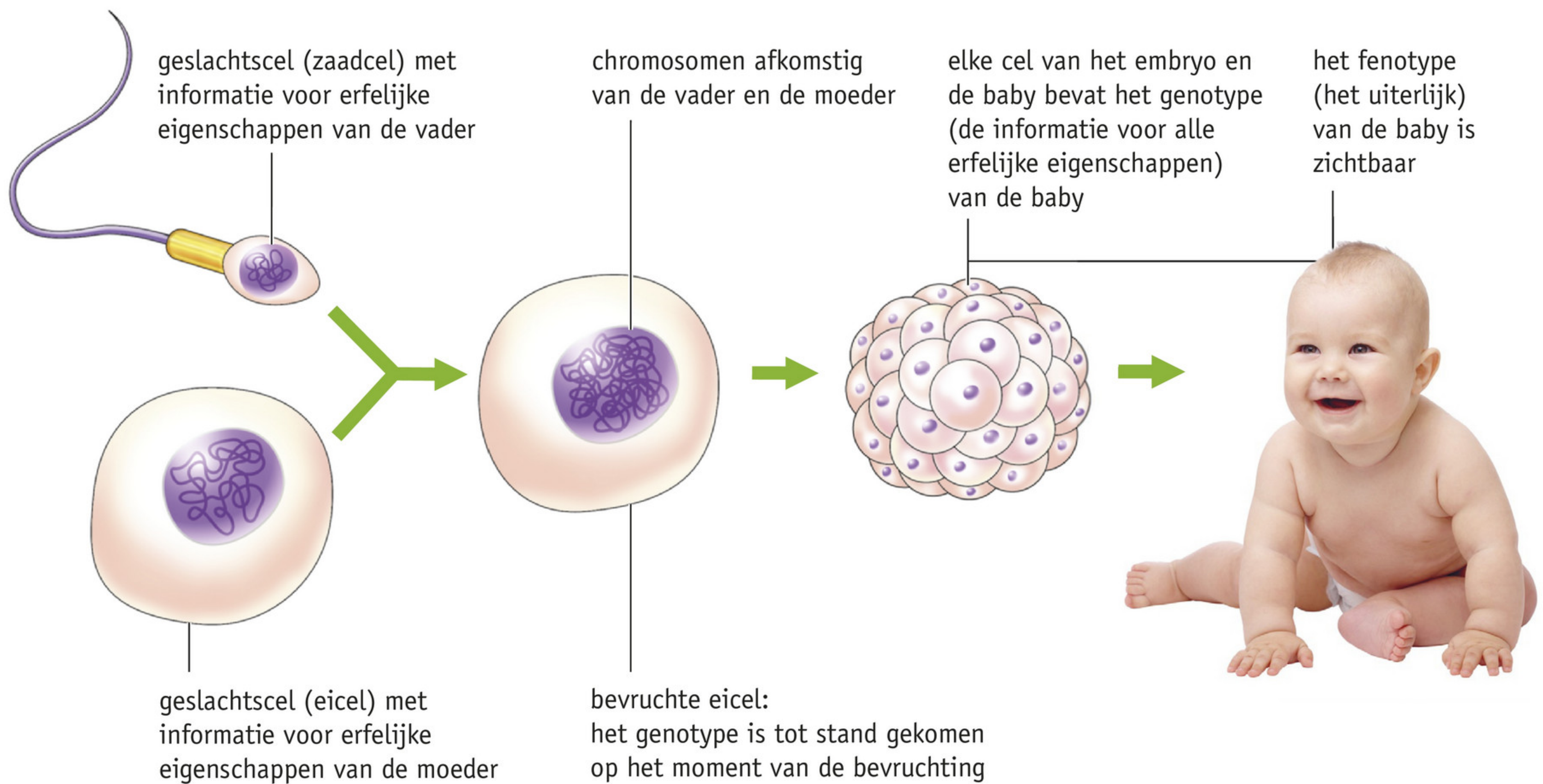


allelenparen van Bas (mogelijke vader van Marianne)

Als de chromosomen van de zaadcel en de eicel bij elkaar zijn gekomen, bevat de bevruchte eicel weer chromosomenparen en allelenparen. De informatie voor alle erfelijke eigenschappen van het nieuwe organisme is dan compleet.

Het genotype van een organisme komt tot stand op het moment van bevruchting (zie afbeelding 11).

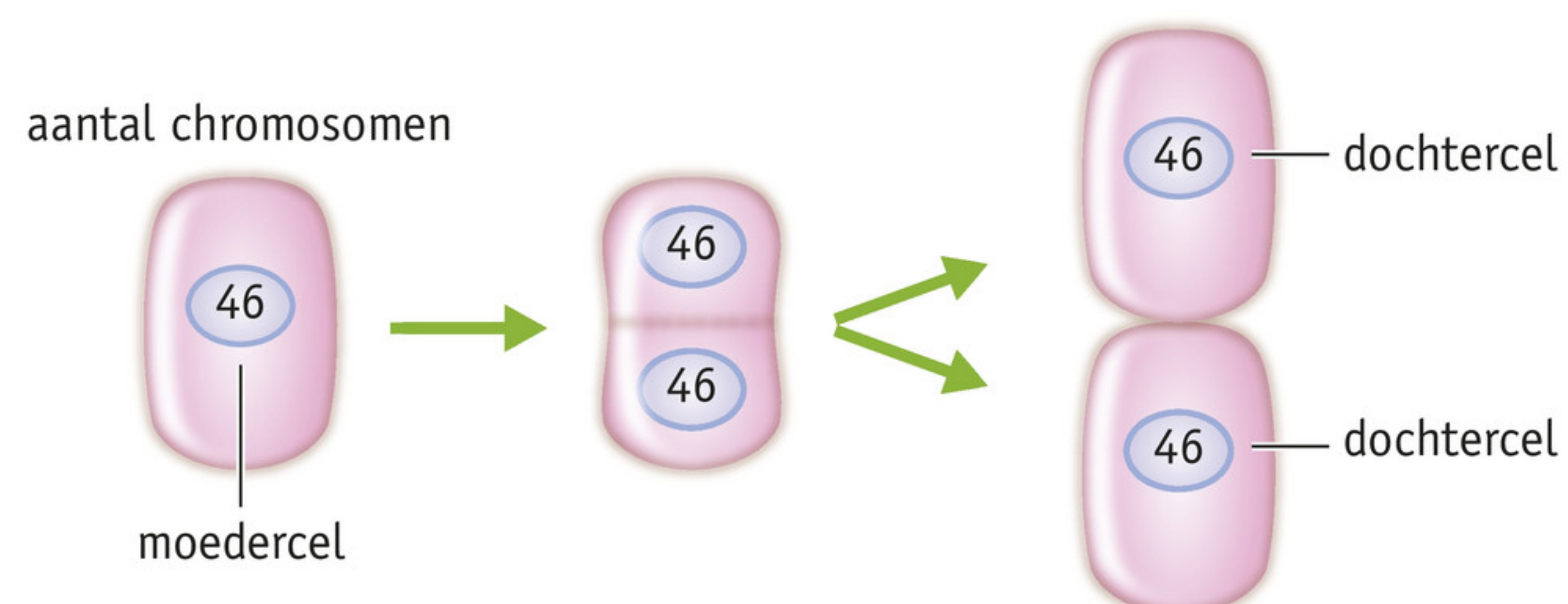
▼ Afb. 11



De bevruchte eicel groeit uit tot een embryo, en daarna tot een kind. Tijdens deze groei worden miljoenen nieuwe cellen gevormd. De vorming van nieuwe lichaamscellen vindt plaats door **celdeling**. Een **moeder cel** deelt zich in tweeën en vormt zo twee **dochtercellen** (zie afbeelding 12). Bij deze celdelingen verandert de informatie voor de erfelijke eigenschappen (het genotype) niet. De kernen van de dochtercellen bevatten dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moeder cel.

WB OPDRACHT 4 T/M 6 BLZ. 10

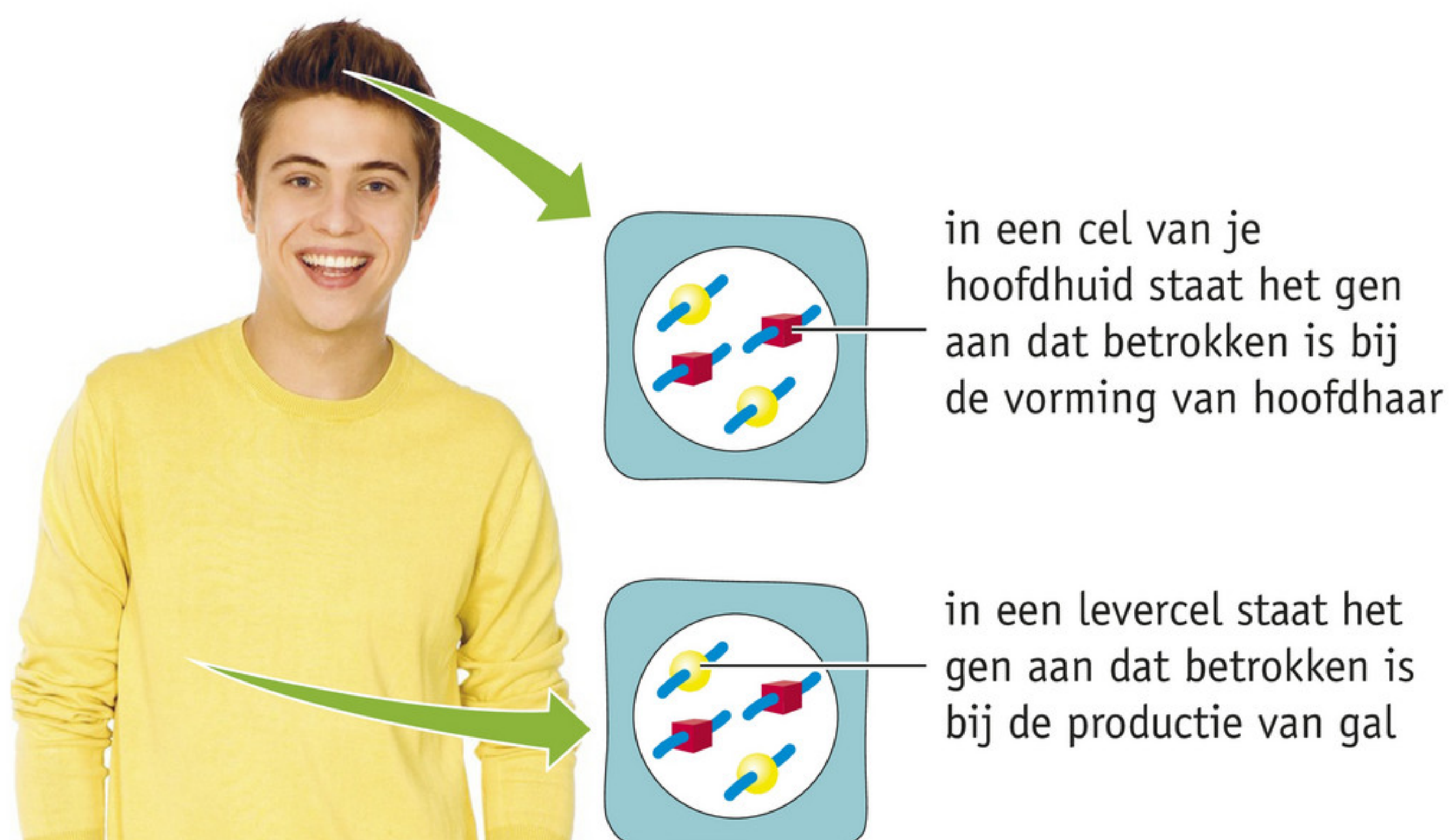
► Afb. 12 Celdeling van lichaamscellen van de mens (schematisch).



GENEN KUNNEN AAN OF UIT STAAN

Genen kunnen *aan* of *uit* staan. Veel genen staan alleen in bepaalde situaties aan. Alleen in die situaties komt het gen tot uiting. Of een gen aan of uit staat, verschilt per cel en hangt samen met de functie van de cel (zie afbeelding 13). Bij levercellen bijvoorbeeld staan de genen die ervoor zorgen dat in de cellen gal wordt geproduceerd *aan*. Maar de genen die ervoor zorgen dat er hoofdhaar wordt gevormd, staan in deze cellen *uit*. In de huidcellen boven op je hoofd is dit net andersom. Daar staan de genen die ervoor zorgen dat hoofdhaar wordt gevormd aan, en de genen die ervoor zorgen dat in de cellen gal wordt geproduceerd staan uit. Wanneer een gen aan staat (tot uiting komt), kan het een klein beetje tot erg actief zijn (hard of zacht staan).

► Afb. 13



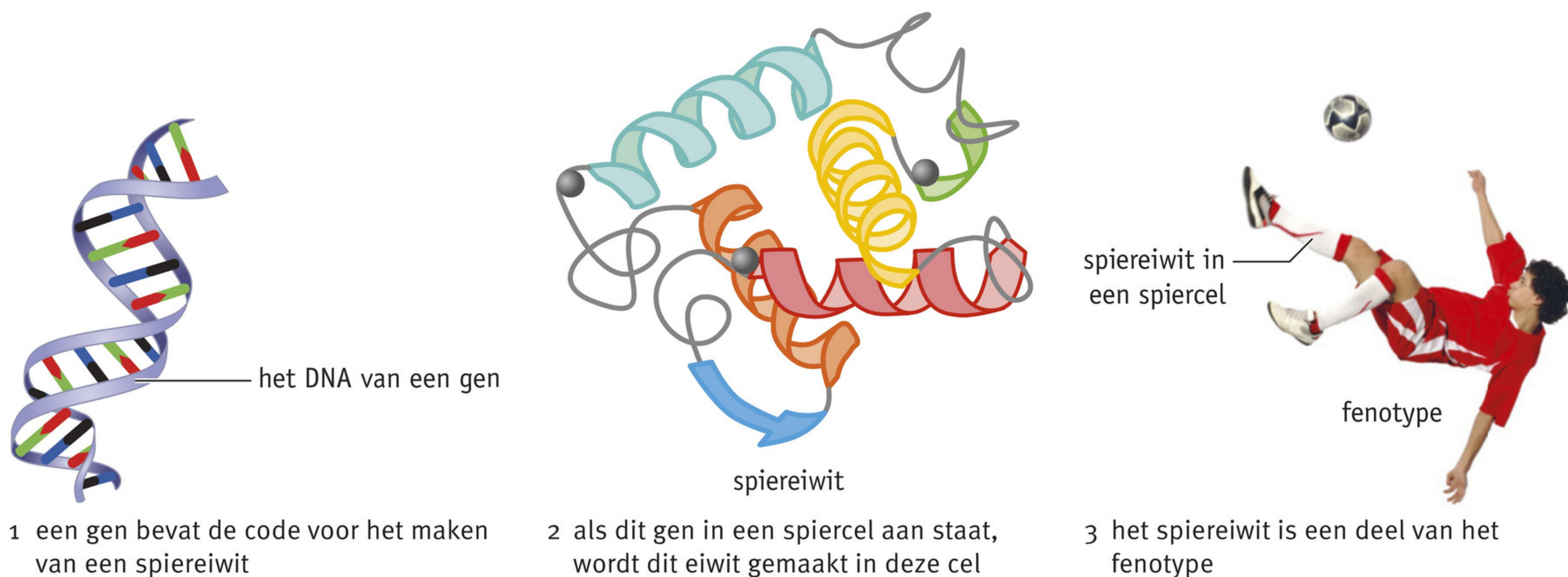
in elke lichaamscel zijn alle genen aanwezig, maar in een cel van de hoofdhuid staan andere genen aan dan in een cel van de lever

VAN GEN VIA EIWIJ NAAR FENOTYPE

De DNA-volgorde van een gen bevat de code voor het maken van een specifiek **eiwit**. Een gen in een spiercel bevat bijvoorbeeld de code voor het maken van een spiereiwit. Wanneer dit gen in deze spiercel aan staat, wordt de code voor het maken van een spiereiwit afgelezen en wordt in de spiercel een spiereiwit gemaakt. Het spiereiwit is een deel van het fenotype (zie afbeelding 14).

▼ Afb. 14 Van gen via eiwit naar fenotype.

WB OPDRACHT 7 BLZ. 12



3 Geslachtelijke voortplanting

In elke lichaamscel van ieder mens komt een allelenpaar voor dat de informatie bevat voor de haarvorm. De haarvorm is een erfelijke eigenschap. Deze eigenschap is niet bij iedereen gelijk: sommigen hebben steil haar, anderen krullend. Bij verschillende personen kan het allelenpaar voor de haarvorm dus verschillende informatie bevatten. Er zijn allelen met de informatie voor steil haar en er zijn allelen met de informatie voor krullend haar. Dit zijn varianten van het gen met informatie voor de haarvorm.

Bij sommige mensen bestaat het allelenpaar voor de haarvorm uit twee allelen voor steil haar. Bij anderen bestaat het allelenpaar voor de haarvorm uit twee allelen voor krullend haar. Bij al deze personen zijn de twee allelen voor de haarvorm aan elkaar gelijk (zie afbeelding 15.1 en 15.2). Maar er zijn ook mensen bij wie het allelenpaar voor de haarvorm bestaat uit één allel voor steil haar en één allel voor krullend haar. De twee allelen voor de haarvorm zijn dan ongelijk (zie afbeelding 15.3).

▼ **Afb. 15** Allelenparen voor de haarvorm.



1 twee allelen voor steil haar



2 twee allelen voor krullend haar

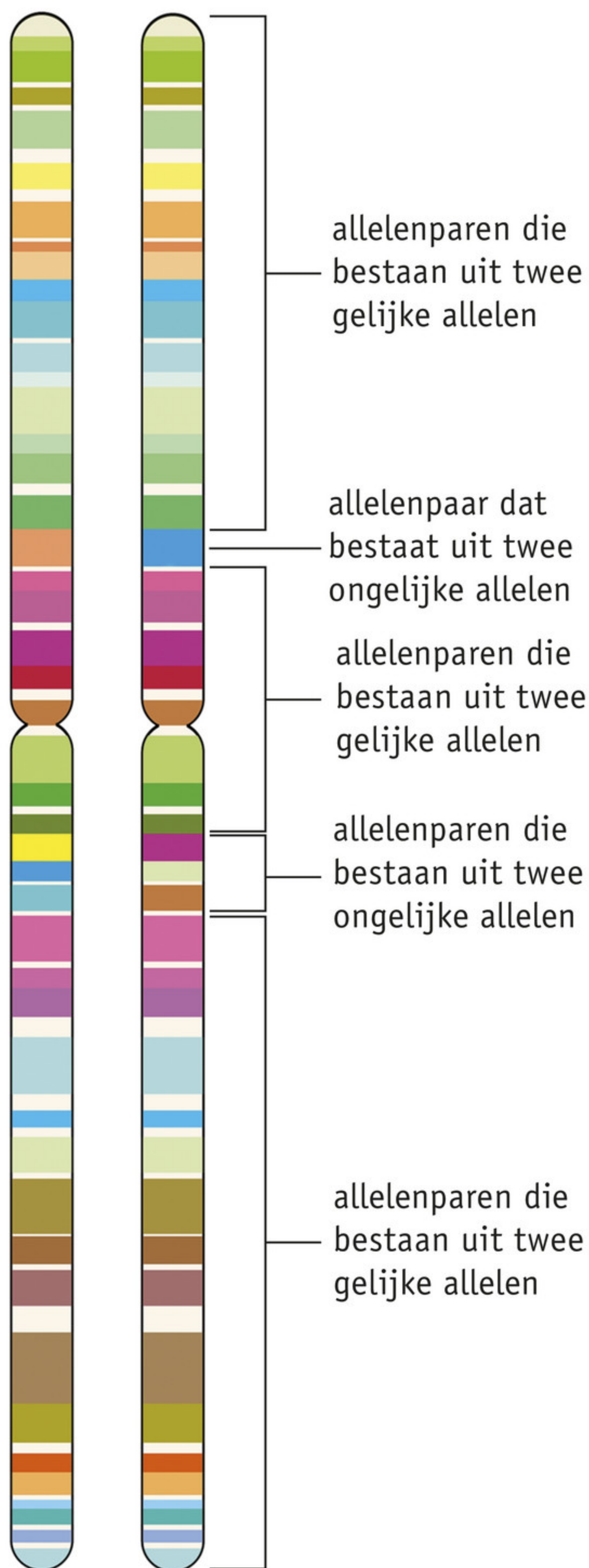


3 een allel voor steil haar en een allel voor krullend haar

Legenda:

-  allel voor steil haar
-  allel voor krullend haar

▼ **Afb. 16** Allelenparen in een chromosomenpaar (schematisch).

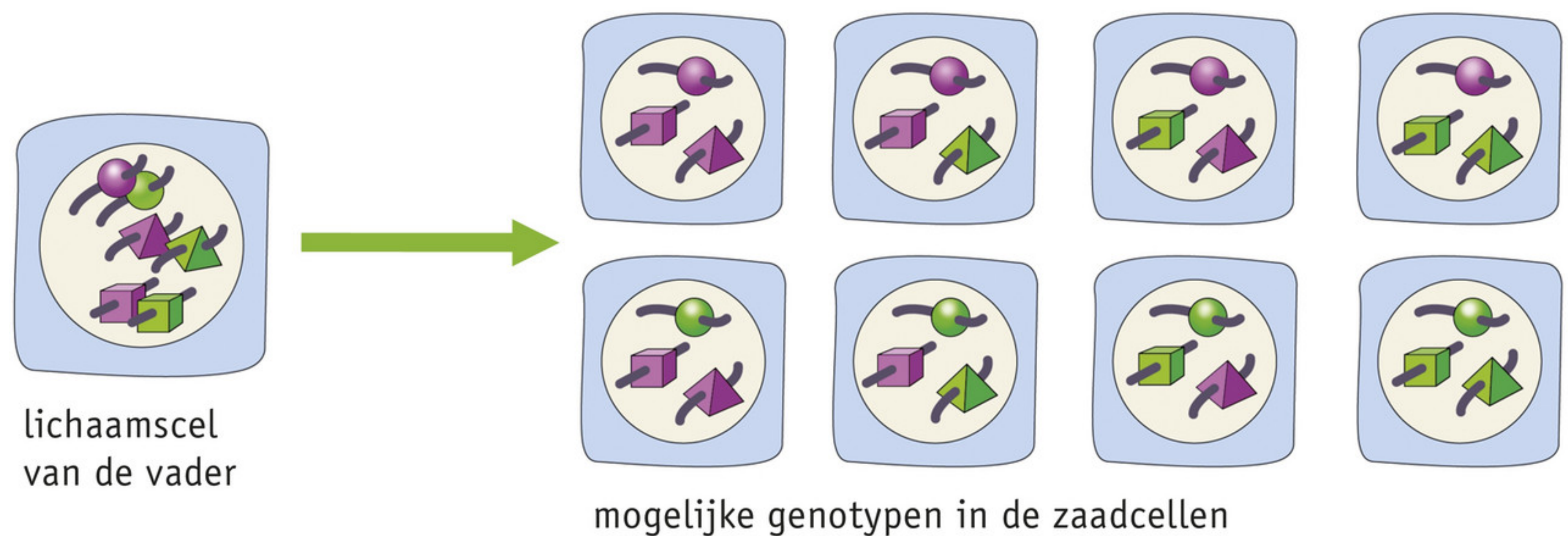


In elk chromosomenpaar liggen vele allelenparen. Sommige allelenparen zijn gelijk. Maar er zijn vrijwel altijd ook allelenparen ongelijk (zie afbeelding 16).

Je hebt geleerd dat in een lichaamscel allelenparen (genenparen) voorkomen en in een geslachtscel enkelvoudige allelen (genen). Een geslachtscel bevat van elk allelenpaar slechts één allel. Dit geldt ook voor de allelenparen die bestaan uit twee verschillende allelen. Welk van beide ongelijke allelen in een geslachtscel terechtkomt, is afhankelijk van het toeval.

In afbeelding 17 is schematisch weergegeven hoe uit een lichaamscel geslachtscellen ontstaan. Dat gebeurt door een speciaal type celdeling. Tijdens deze celdeling komt van elk chromosomenpaar uit de lichaamscel één chromosoom terecht in de geslachtscel. In afbeelding 17 zie je drie chromosomenparen van de vader. In elk chromosomenpaar is een allelenpaar getekend dat bestaat uit twee ongelijke allelen. Van deze allelenparen komt telkens één allel in een zaadcel terecht. Je ziet dat er veel verschillende mogelijkheden zijn. Bij zaadcellen komt dan ook veel variatie in genotypen voor, net als bij de eicellen die een vrouw maakt.

▼ **Afb. 17** Bij de vorming van geslachtscellen ontstaan dochtercellen met veel variatie in genotypen.



Bij **geslachtelijke voortplanting** ontstaat een nieuw organisme door het versmelten van twee geslachtscellen. Welk genotype de geslachtscellen hebben, is afhankelijk van het toeval. Er zijn veel verschillende mogelijkheden. Hierdoor zal de nakomeling een andere combinatie van allelen hebben dan de ouders. De nakomeling zal dan ook een ander genotype hebben dan de ouders.

Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in de genotypen van de nakomelingen.

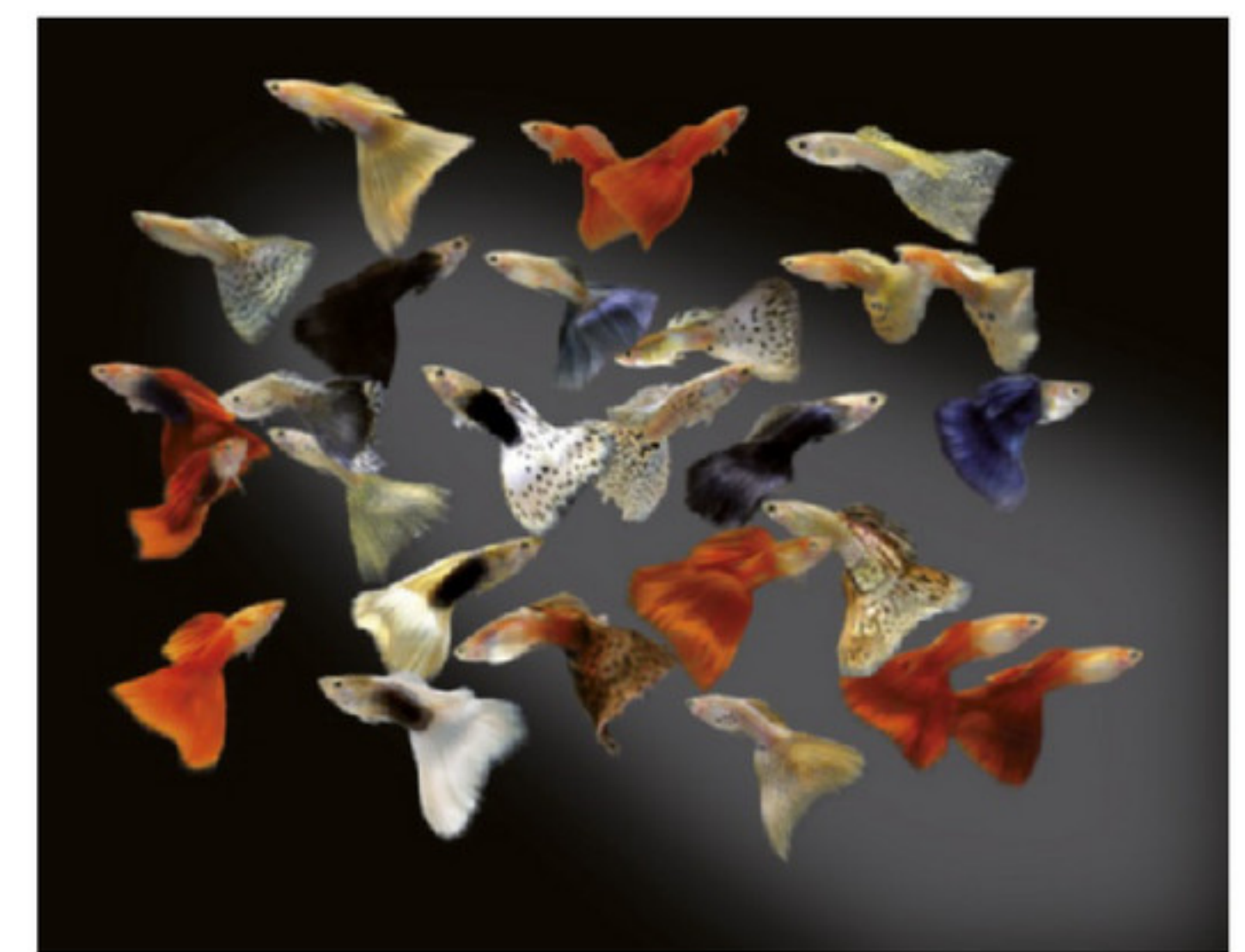
► **Afb. 18** Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan verschillende genotypen en daardoor soms ook verschillende fenotypen.



1 bij de mens



2 bij het veelkleurig Aziatisch lieveheersbeestje



3 bij guppy's

▼ **Afb. 19** Ongeslachtelijke voortplanting door bollen.



de genotypen van de nakomelingen zijn gelijk, de fenotypen verschillen weinig

Je hebt in de extra basisstof van deel 1 al kunnen leren dat sommige planten zich ook **ongeslachtelijk** kunnen voortplanten. Bijvoorbeeld door bollen. Er versmelten dan geen geslachtscellen. Ook bacteriën en sommige schimmels kunnen zich ongeslachtelijk voortplanten. Bij ongeslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomelingen gelijk aan dat van de ouder (zie afbeelding 19).

WB OPDRACHT 8 EN 9 BLZ. 14

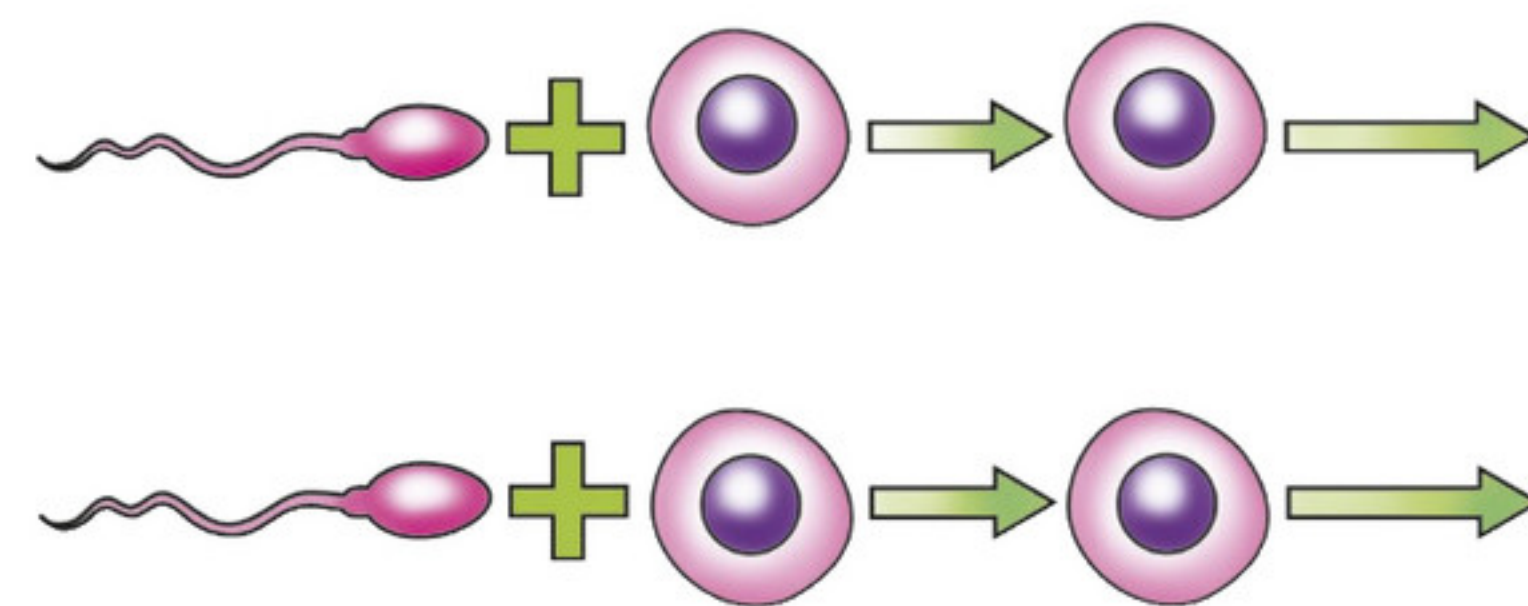
TWEELINGEN

In thema 4 Voortplanting heb je geleerd dat bij de ovulatie meestal één eikel vrijkomt uit een eierstok. Maar soms komen er bij de ovulatie twee eicellen vrij. Elk van deze eicellen kan worden bevrucht door een zaadcel. Uit beide bevruchte eicellen kunnen klompjes cellen ontstaan die zich innestelen in het baarmoederslijmvlies. Er ontwikkelt zich dan een tweeling. Omdat deze tweeling is ontstaan uit twee bevruchte eicellen, spreken we van een **twee-eiige tweeling** (zie afbeelding 20.1).

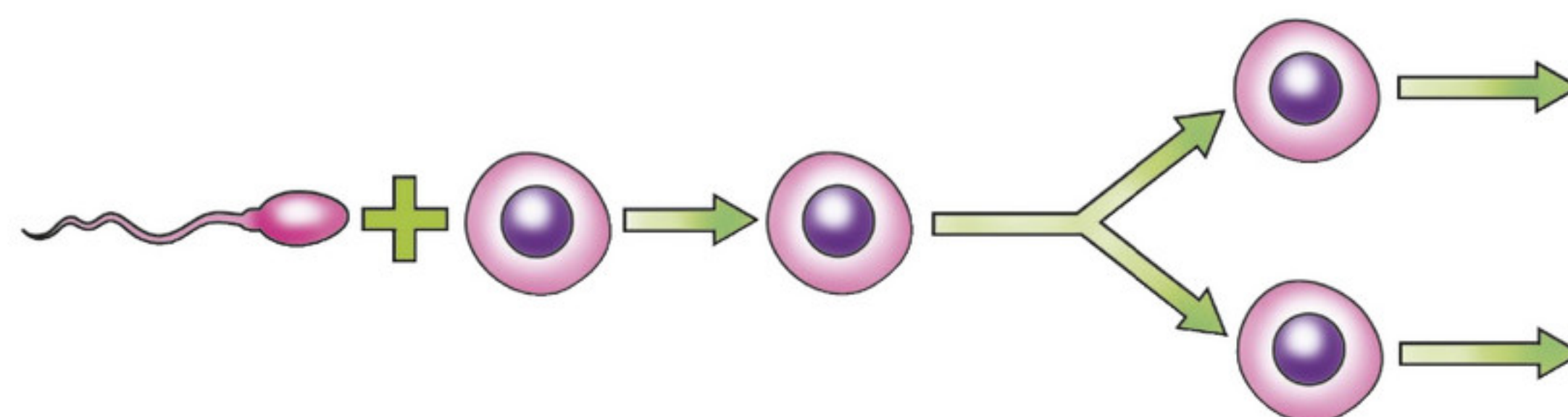
Een tweeling kan ook ontstaan uit één bevruchte eikel. Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eikel raken de cellen dan van elkaar los. Er ontstaan twee klompjes cellen die zich innestelen in het baarmoederslijmvlies. Er ontwikkelt zich een **eeneiige tweeling** (zie afbeelding 20.2). Het komt ook voor dat er meer dan twee kinderen tegelijk worden geboren (zie afbeelding 21).

WB OPDRACHT 10 BLZ. 15

► **Afb. 20** Tweelingen.



1 twee-eiige tweeling



2 eeneiige tweeling

▼ **Afb. 21**

De vierling

De Vierling is een tv-serie over het dagelijks leven van een vierling. De tienermeiden Tessa, Esmé, Lisa en Bo lijken als vier druppels water op elkaar. Al hun hele leven worden ze nagekeken en als ware attractie beschouwd. In de schijnwerpers staan is hen dan ook niet vreemd. Maar jezelf elke dag op televisie zien in een eigen tv-serie is ook voor de meiden uit Hardenberg een nieuwe belevenis.

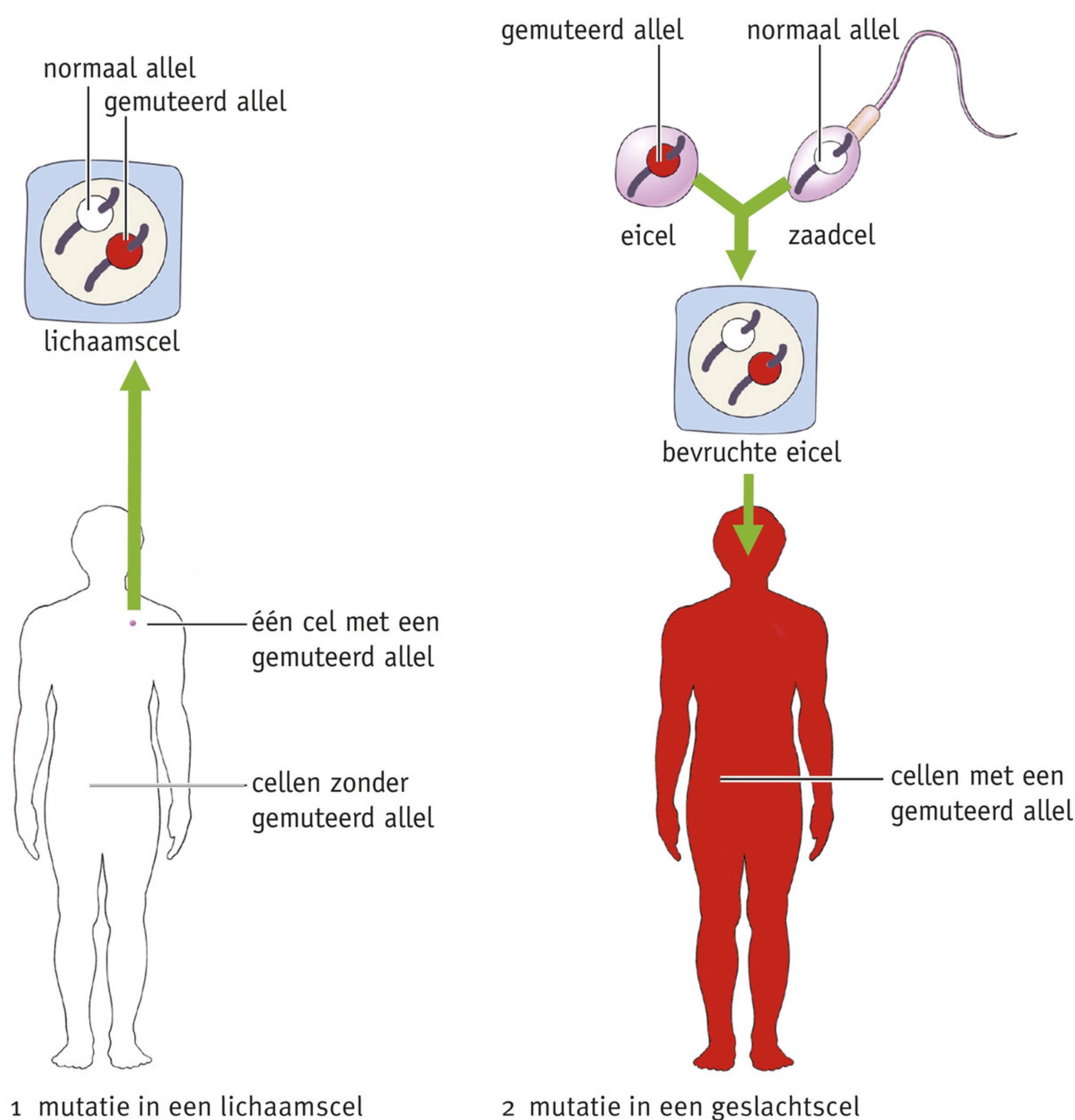


4 Mutaties

Chromosomen bevatten de informatie voor je erfelijke eigenschappen. Een chromosoom kan beschadigd raken, waardoor de informatie voor een of meer erfelijke eigenschappen kan veranderen. Zo'n plotselinge verandering van het genotype wordt een **mutatie** genoemd. Bij een mutatie zijn een of meer allelen **gemuteerd** (veranderd).

Mutaties kunnen in elke cel plaatsvinden. Meestal heeft een mutatie geen gevolgen. Als in een bepaalde cel van je lichaam een mutatie optreedt, blijven de andere cellen van je lichaam onveranderd. Je merkt dan niet eens dat je een cel met een gemuteerd allel bezit (zie afbeelding 22.1). Maar als een gemuteerd allel voorkomt in een geslachtscel kan de mutatie wel een grote uitwerking krijgen. Wanneer deze geslachtscel bij de bevruchting versmelt met een andere geslachtscel, komt het gemuteerde allel terecht in de bevruchte eicel. De nakomeling die zich hieruit ontwikkelt, heeft in elke lichaamscel het gemuteerde allel (zie afbeelding 22.2). Dan is het belangrijk of het gemuteerde of het niet-gemuteerde allel tot uiting komt in het fenotype. Hierover leer je meer in extra basisstof 9.

► **Afb. 22** De invloed van een mutatie (schematisch).

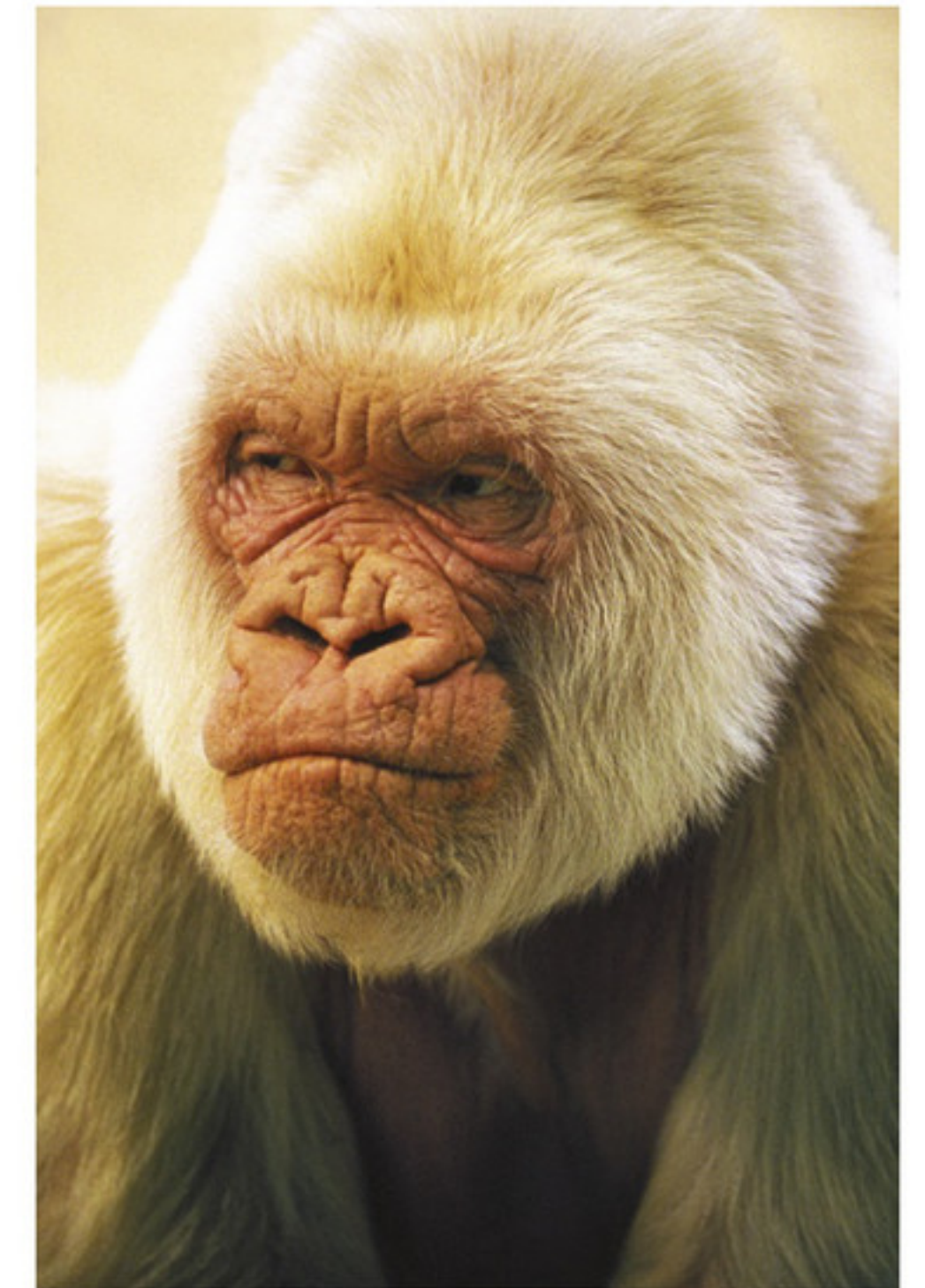


▼ **Afb. 23** Albinisme.

Een organisme waarbij een mutatie zichtbaar is in het fenotype, noemen we een **mutant**. Een voorbeeld van een mutant is een **albino**. Bij een albino is het lichaam niet in staat pigment te vormen, waardoor de ogen rood zijn en het organisme erg bleek is (zie afbeelding 23). Ook andere mutaties in pigment komen voor (zie afbeelding 24). Mutaties in pigmentgenen zijn goed waarneembaar in het fenotype. De meeste mutaties zijn niet zo goed waarneembaar in het fenotype.

▼ **Afb. 24** Pigmentmutaties.

1 bij een mens

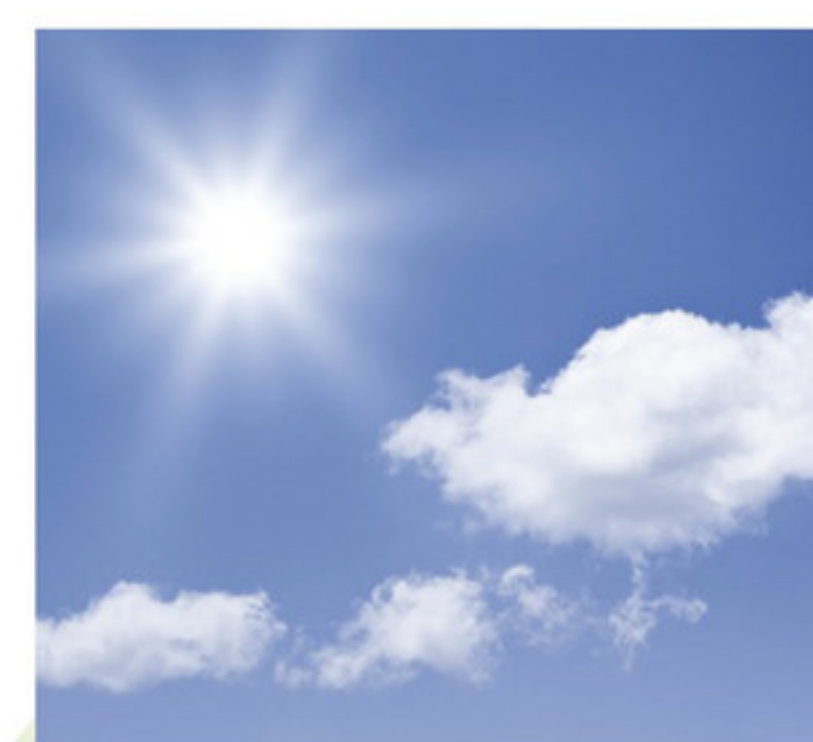


2 bij een dier

Mutaties kunnen spontaan plaatsvinden, maar onder natuurlijke omstandigheden komen mutaties niet vaak voor. Als je wordt blootgesteld aan bepaalde straling (bijvoorbeeld radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling) komen mutaties in je lichaam vaker voor. Ook als je in aanraking komt met bepaalde chemische stoffen (bijvoorbeeld stoffen in sigarettenrook of asbest) komen mutaties vaker voor. Deze invloeden worden **mutageen** genoemd (zie afbeelding 25).

► **Afb. 25** Mutagene invloeden.

asbeststof



uv-straling



sigarettenrook

röntgen- en
radioactieve straling

MUTATIES DOOR STRALING

Mutagene straling komt vrij bij bijvoorbeeld röntgenapparatuur, kerncentrales en atoombommen. In Japan zijn in 1945 twee atoombommen ontploft. Zelfs nu nog worden daar veel meer kinderen met lichamelijke en geestelijke afwijkingen geboren dan in andere landen. Bij Japanners die hebben blootgestaan aan de radioactieve straling en bij hun nakomelingen komen in de geslachtscellen veel meer gemuteerde allelen voor dan bij andere mensen. In kerncentrales worden speciale voorzieningen getroffen om ervoor te zorgen dat geen radioactieve straling in het milieu vrijkomt. Toch zijn rampen niet uit te sluiten. In 1986 werden grote delen van Europa radioactief besmet doordat in Tsjernobyl (in Oekraïne) een ongeluk plaatsvond in een kerncentrale. In de kerncentrale van Fukushima in Japan vond in 2011 een kernramp plaats na een zeebeving en de daarop volgende tsunami (zie afbeelding 26). Door deze rampen zijn veel mensen huiverig voor het gebruik van kernenergie. Ook röntgenstraling verhoogt het aantal mutaties. Deze straling is minder schadelijk dan die van atoombommen of kerncentrales. Toch worden er in ziekenhuizen niet meer röntgenfoto's van een patiënt gemaakt dan strikt noodzakelijk is.

WB OPDRACHT 11 BLZ. 17

► **Afb. 26** Reddingswerkers na de kernramp in de kerncentrale van Fukushima in Japan.



▼ **Afb. 27** Waarschuwingssymbool voor gevaar van radioactieve straling.



KANKER

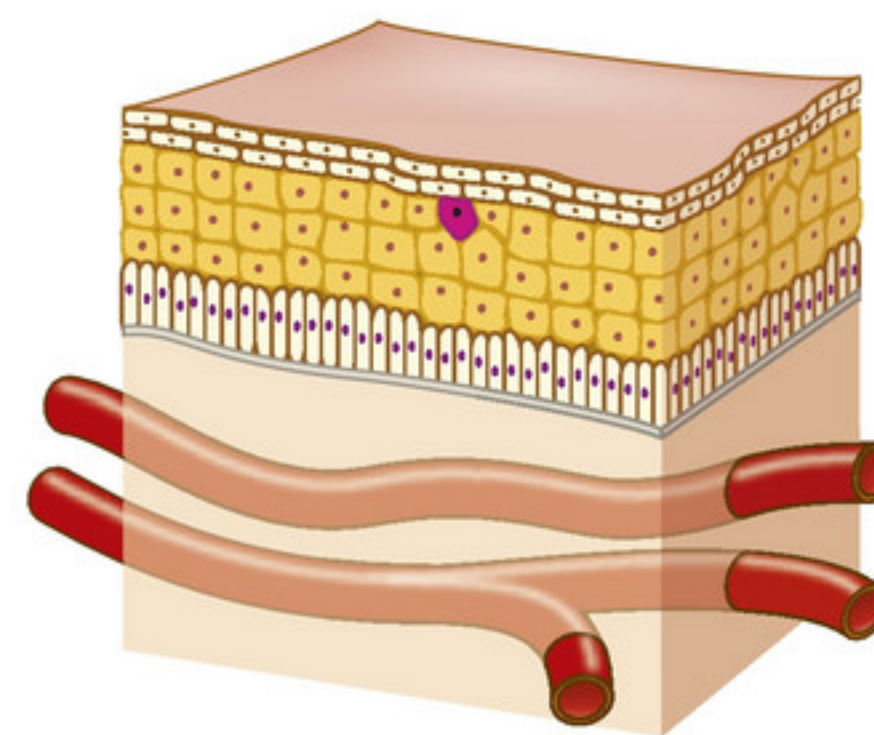
De snelheid waarmee celdelingen plaatsvinden in verschillende lichaamsdelen wordt nauwkeurig geregeld. Maar soms gaan cellen zich snel en ongeremd delen. Er ontstaat dan een **gezwel** of **tumor**.

Sommige gezwellen groeien langzaam en verstoren de bouw van de weefsels niet. Deze gezwellen worden **goedaardig** genoemd. Als ze te groot worden, kunnen ze operatief worden verwijderd. De patiënt is daarna genezen.

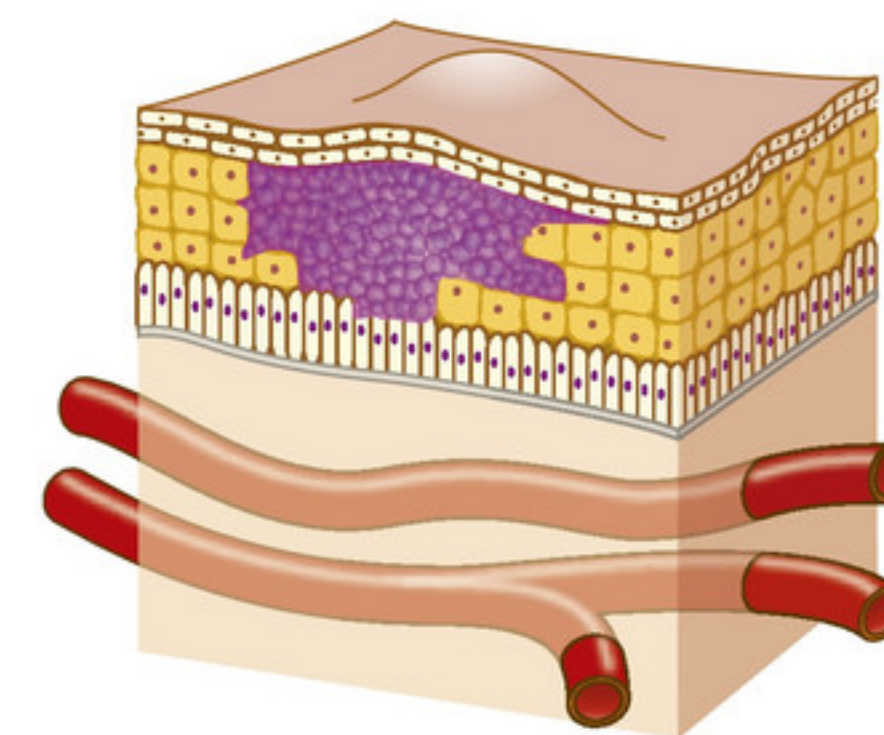
Bij **kanker** ontstaat ergens in het lichaam een **kwaadaardig** gezwel. Kanker wordt veroorzaakt door bepaalde mutaties in genen die betrokken zijn bij het regelen van de celdeling. Deze mutaties hebben tot gevolg dat de cel zich ongeremd gaat delen. Een kwaadaardig gezwel groeit veel sneller dan een goedaardig gezwel. Bovendien wordt de bouw van de weefsels verstoord (zie afbeelding 28).

Kanker begint met één gezwel. Dit eerste gezwel is meestal niet dodelijk. Het gezwel kan operatief worden weggehaald of de cellen van het gezwel kunnen worden gedood (bijvoorbeeld door bestraling). De meeste kankerpatiënten sterven aan **uitzaaiing (metastase)**. Cellen van het eerste gezwel zijn dan terechtgekomen in het bloed of in de lymfe (zie afbeelding 28.4). Deze cellen worden meegevoerd en komen in andere lichaamsdelen terecht. Daar kunnen ze zich opnieuw ongeremd gaan delen, waardoor overal in het lichaam gezwellen ontstaan. Genezing wordt dan heel moeilijk, omdat deze gezwellen vrijwel nooit allemaal zijn op te sporen.

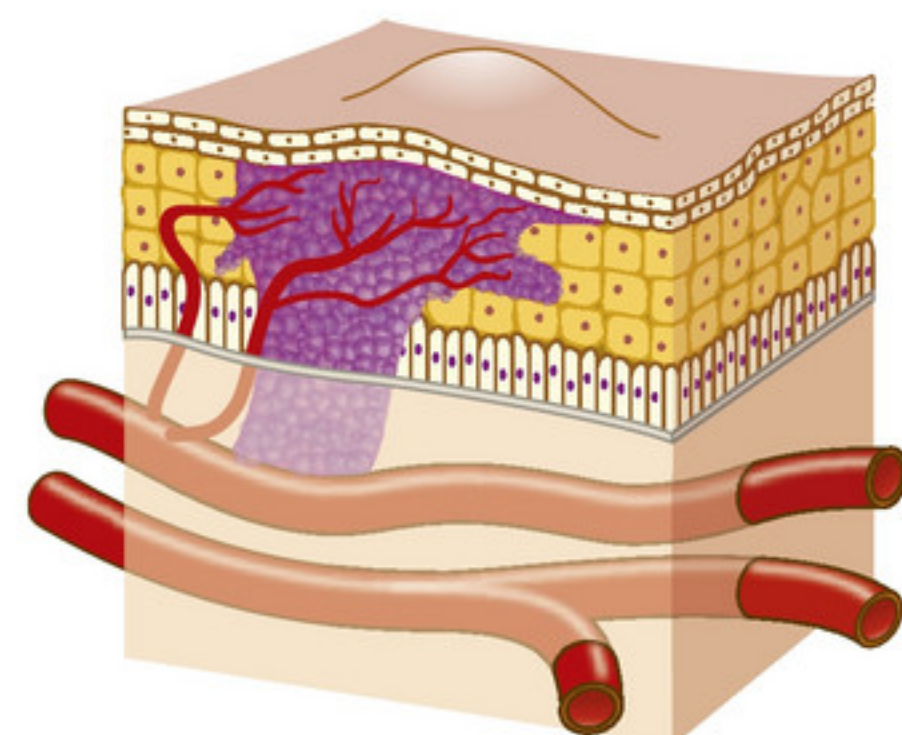
► **Afb. 28** Het ontstaan van kanker (schematisch).



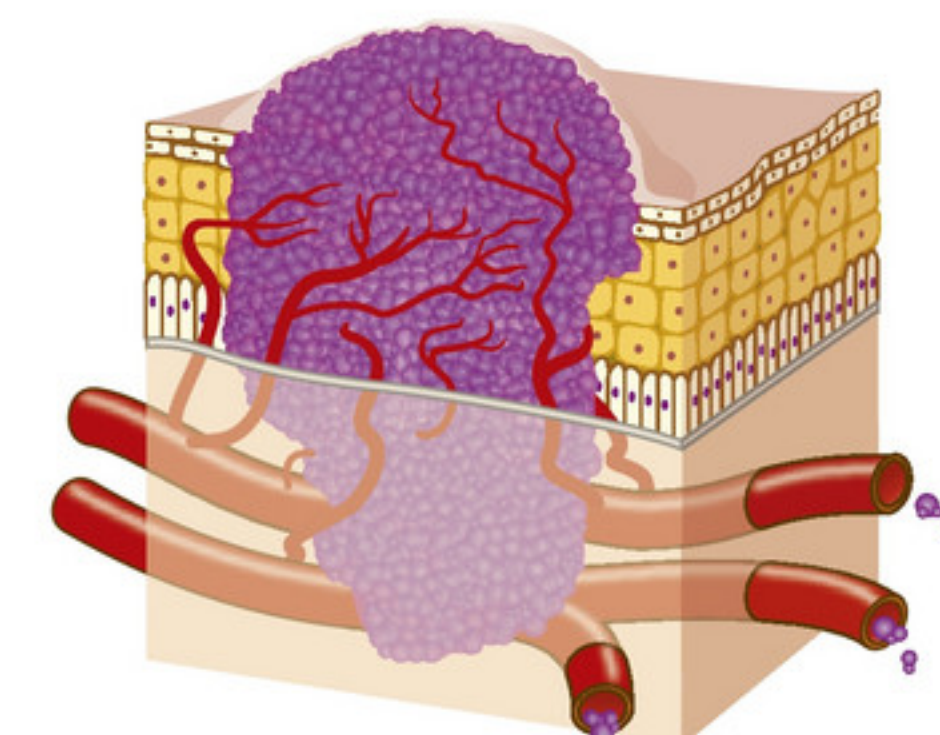
1 bij één cel zijn mutaties opgetreden, waardoor de cel een kankercel wordt



2 de kankercel deelt zich ongeremd



3 er is een gezwel ontstaan, waarbij de bouw van de weefsels is verstoord



4 er vindt uitzaaiing plaats: cellen van het gezwel komen in het bloed of in de lymfe terecht

Bij kanker is vaak wel genezing mogelijk, maar alleen als de ziekte tijdig wordt ontdekt. Naar de oorzaken van kanker wordt veel onderzoek gedaan (zie afbeelding 29). Alle invloeden uit het milieu die mutageen zijn, kunnen ook kankerverwekkend zijn. Langdurige blootstelling aan de ultraviolette straling in zonlicht bijvoorbeeld vergroot de kans op huidkanker (zie afbeelding 30). Asbest en stoffen in sigarettenrook die worden ingeademd, vergroten de kans op longkanker.

▼ Afb. 29

Bio-informaticus

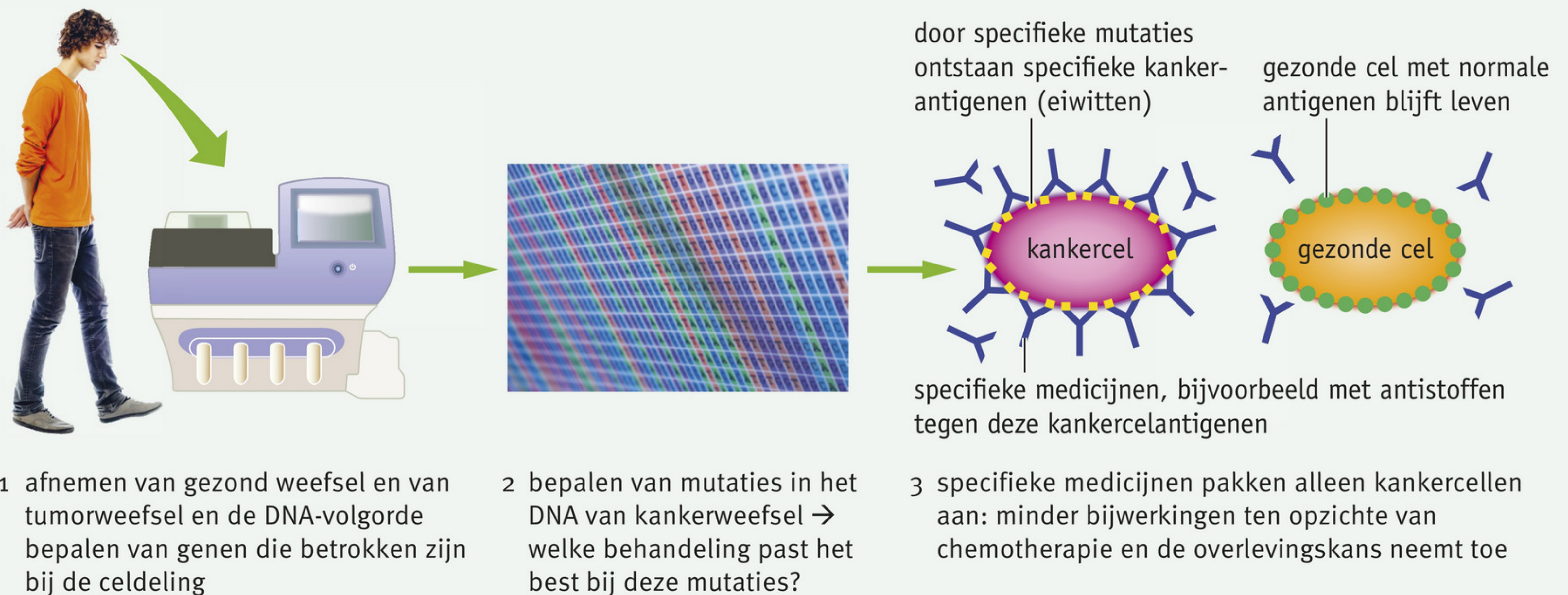
Hallo, ik ben Martijn. Ik werk als bio-informaticus aan kankeronderzoek. Er zijn veel genen die een rol spelen bij kanker. Er zijn ook steeds meer verschillende behandelingen tegen kanker. In dit onderzoek probeer ik uit te zoeken welke behandeling het best past bij een bepaalde mutatie in een bepaald gen. Het blijkt bijvoorbeeld dat bij een bepaalde mutatie in gen A een behandeling bij 80% van de patiënten goed aanslaat, maar bij een mutatie in gen B werkt deze behandeling maar bij 6% van de patiënten.

In werkelijkheid is het nog ingewikkelder. In gen A kan bijvoorbeeld op wel twintig verschillende plaatsen een mutatie voorkomen, maar bij de ene mutatie ontstaat geen borstkanker en bij de andere wel. En bij

borstkanker door de ene mutatie in gen A werkt een bepaald medicijn wel goed, maar bij borstkanker door een mutatie op een andere plaats in het gen werkt hetzelfde medicijn niet of nauwelijks.

Tot voor kort kregen kankerpatiënten vaak chemotherapie. Daarbij wordt de celdeling van snel delende cellen geremd. Niet alleen van kankercellen, maar ook van gezonde snel delende cellen. De snel delende cellen in bijvoorbeeld de haarzakjes van je huid worden dan ook aangepakt door de chemotherapie, waardoor je kaal wordt. Deze bijwerkingen zijn bij doelgerichte kankertherapie veel minder (zie de afbeelding).

Doelgerichte kankertherapie



▼ Afb. 30

Een op de zes Nederlanders krijgt huidkanker

AMSTERDAM – Waarschijnlijk krijgt een op de zes Nederlanders huidkanker. Dat zijn heel veel mensen. De kosten voor de gezondheidszorg zullen door de behandelingen dan ook enorm stijgen. Die voorspelling doet het Nationaal Huidfonds, vooruitlopend op een congres dat vrijdag in Amsterdam wordt gehouden. Volgens het Huidfonds wordt het aantal mensen met

huidkanker nog niet goed geregistreerd. Daardoor is moeilijk te voorspellen hoe vaak de ziekte voorkomt. De toename van huidkanker komt door de vergrijzing, stelt het Huidfonds. Veel ouderen zijn vroeger langdurig in de zon geweest zonder zich te beschermen tegen de straling. Daar werd toen nog niet voor gewaarschuwd.



5 De evolutietheorie

▼ **Afb. 31** Vormen van leven kunnen onderling erg verschillen.

Er leven miljoenen soorten organismen op aarde. Deze vormen van leven kunnen er erg verschillend uitzien (zie afbeelding 31). Biologen zijn ervan overtuigd dat de levensvormen op aarde in de loop van zeer lange tijd zijn ontstaan en veranderd. De ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen, wordt **evolutie** genoemd.



1 dwergpapegaai



2 zwarte truffel



3 luipaard



4 gordeldier

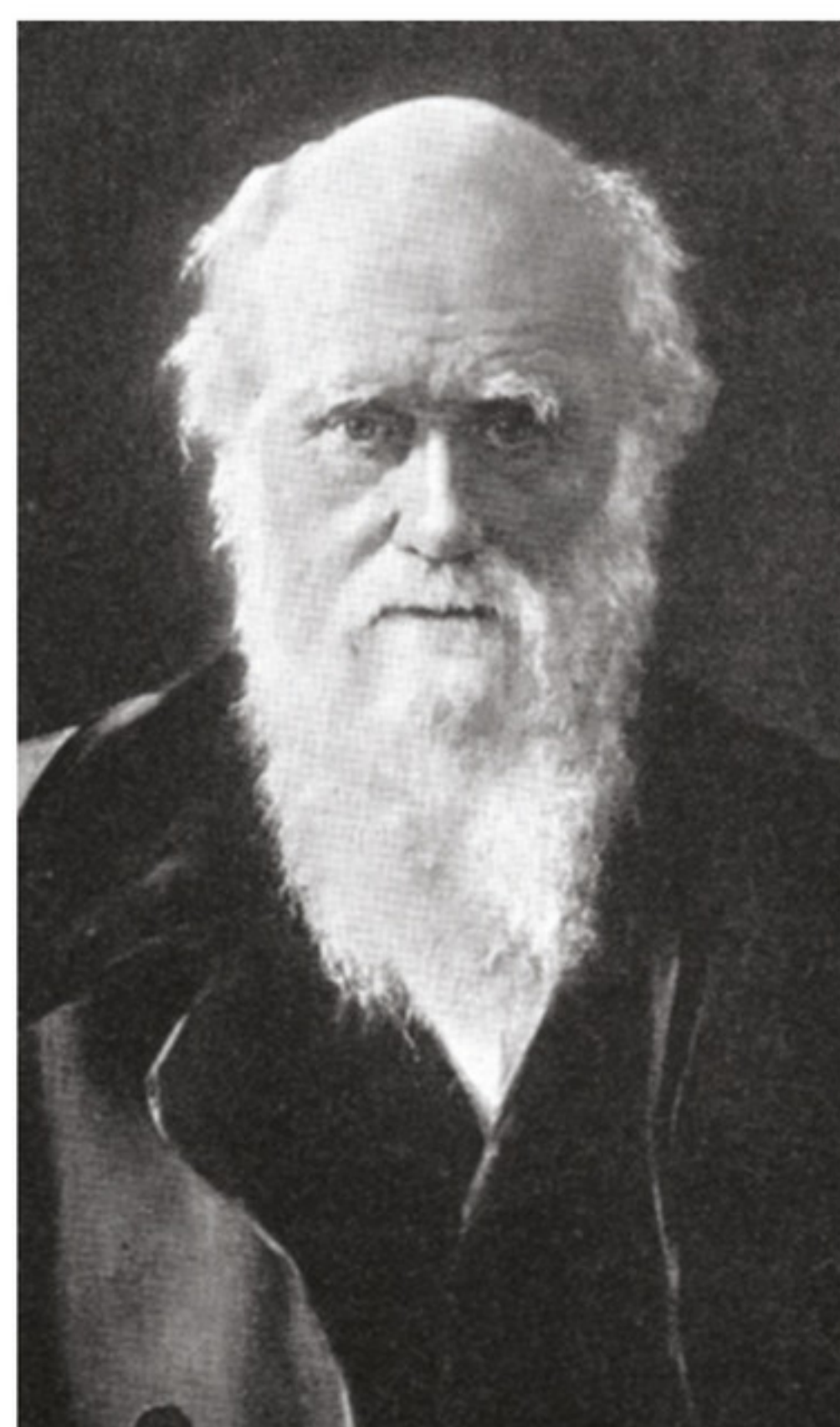


5 paradijsvogelbloem



6 melkslang

▼ **Afb. 32**



Charles Darwin (1809–1882)

Tot in de negentiende eeuw was de algemene gedachte dat alle soorten altijd onveranderd hadden bestaan. Vanaf de achttiende eeuw werd de **evolutietheorie** ontwikkeld. Deze theorie is niet te bewijzen, maar er zijn veel feiten die deze theorie aannemelijk maken. Deze feiten vormen argumenten vóór de evolutietheorie. In basisstof 7 leer je de belangrijkste argumenten kennen.

De evolutietheorie is vooral ontwikkeld door de Engelse onderzoeker Charles Darwin. Zijn ideeën zijn later door andere onderzoekers verder uitgewerkt. Daarbij zijn vooral ontdekkingen in de erfelijkheidsleer belangrijk geweest. De evolutietheorie gaat uit van variatie in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.

VARIATIE IN GENOTYPEN

De meeste planten en dieren planten zich geslachtelijk voort. Je hebt geleerd dat bij geslachtelijke voortplanting en bij mutaties organismen met nieuwe genotypen ontstaan. Er ontstaat **variatie in genotypen**.

Je hebt ook geleerd dat het fenotype van een organisme tot stand komt door het genotype en door invloeden uit het milieu. Als er bij geslachtelijke voortplanting en door mutaties nieuwe genotypen ontstaan, kunnen hierdoor ook nieuwe fenotypen worden veroorzaakt (zie afbeelding 17 en 18). Ook bij mensen komt variatie in fenotypen voor (zie afbeelding 33 en 34).

▼ **Afb. 33** Variatie in fenotypen bij de mens.

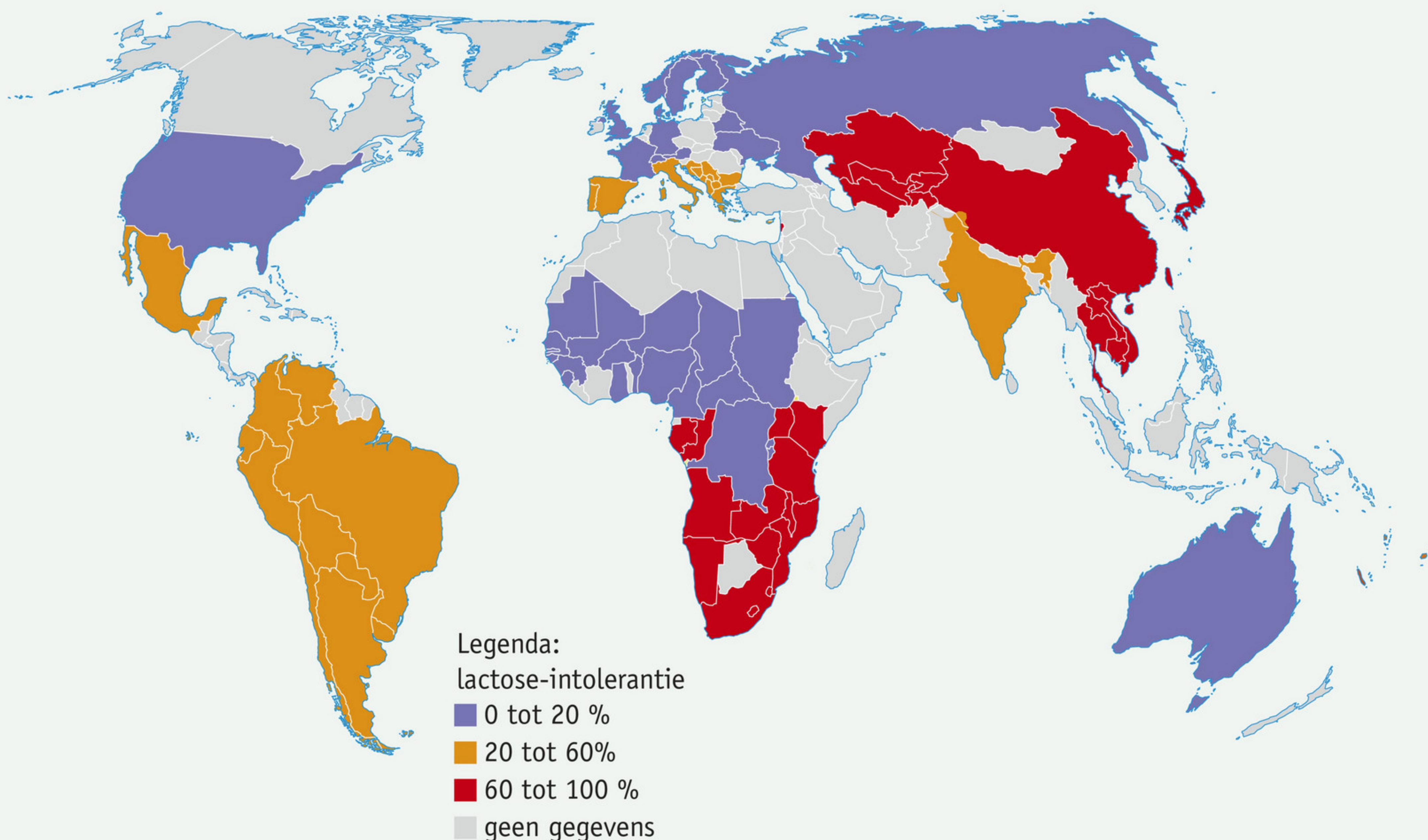


▼ Afb. 34

Lactose-intolerantie

Voor veel mensen is het zo gewoon om melk te drinken, dat ze er niet bij stilstaan dat heel veel volwassenen in landen buiten Europa melkproducten niet goed kunnen verdragen. Als baby of jong kind konden deze mensen wel melk verdragen, maar zodra ze overschakelden op ander voedsel verloren ze het vermogen om melk goed te verteren en kregen ze er buikpijn van. Dit wordt lactose-intolerantie genoemd.

De onverteerbare suiker lactose is een belangrijk bestanddeel van melk. Jonge mensen maken het enzym lactase, dat de lactose splitst in kleinere suikermoleculen die wel verteerbaar zijn. Door een mutatie bleef het gen met de code voor het eiwit lactase bij sommigen ook op volwassen leeftijd actief. Mensen met deze mutatie waren in het voordeel toen de mens vee ging houden en de melk daarvan begon te drinken.



NATUURLIJKE SELECTIE

Sommige organismen krijgen veel nakomelingen. Een vrouwtjeskikker bijvoorbeeld kan in één voorjaar wel drieduizend eieren in een vijver leggen. Maar de vijver bevat niet genoeg voedsel voor zo veel kikkers. De kikkers uit deze eieren kunnen dan ook niet allemaal in leven blijven. Er treedt een strenge selectie op, waardoor maar enkele nakomelingen volwassen worden en op hun beurt nakomelingen krijgen.

Niet alle kikkers hebben een even grote **overlevingskans**. Kikkers met een zwakke gezondheid of met een opvallende kleur vallen snel ten prooi aan roofdieren. Deze kikkers leven kort en hebben weinig kans om nakomelingen te krijgen. Kikkers die gezond en sterk zijn en een goede schutkleur hebben, hebben de grootste kans om in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. Darwin noemde dit verschijnsel **natuurlijke selectie** (zie afbeelding 35).

► **Afb. 35** Natuurlijke selectie.



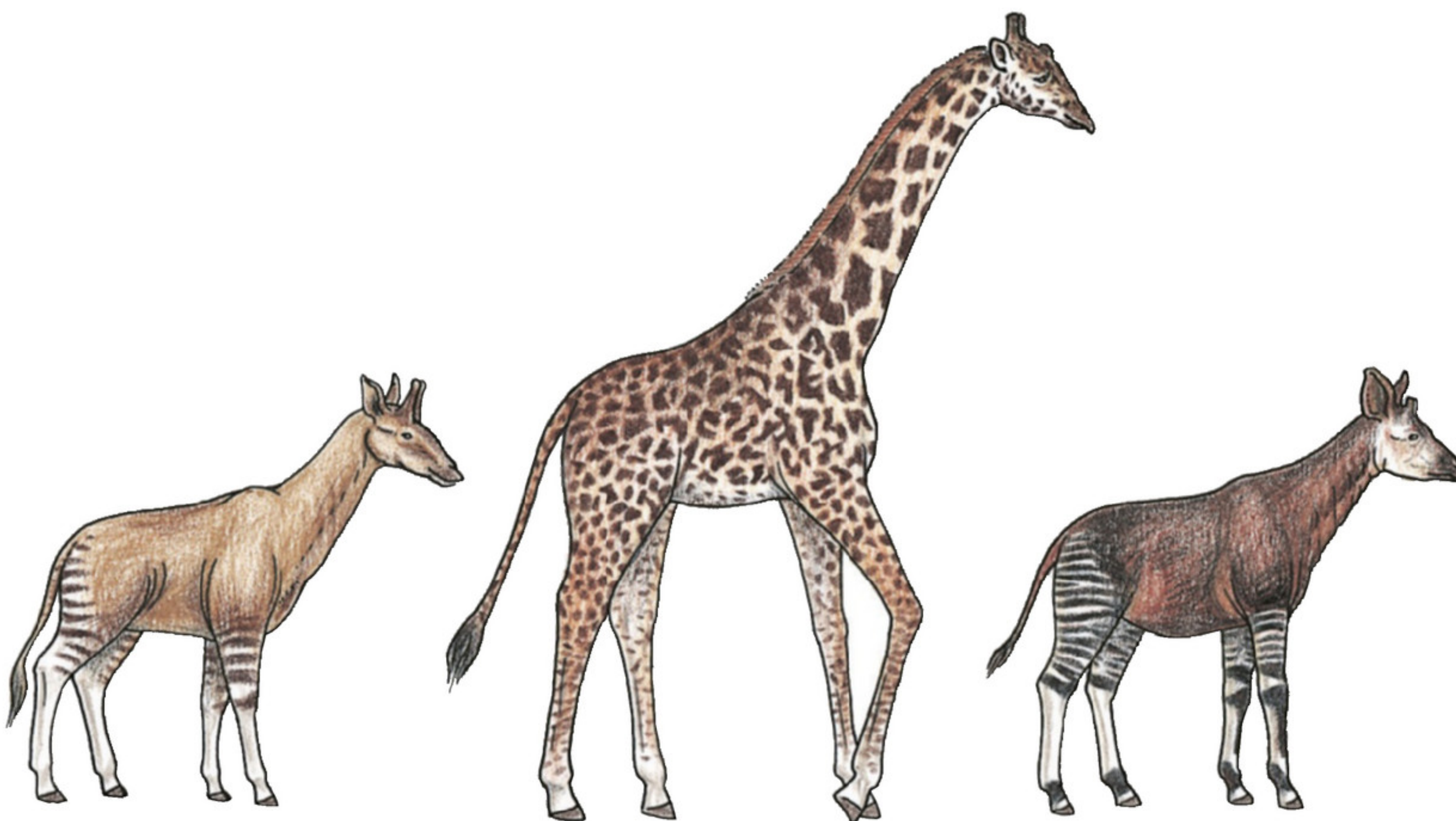
1 bij nakomelingen van een kikker



2 bij nakomelingen van een beuk

De voorouders van giraffen bijvoorbeeld waren ongeveer zo groot als zebra's (zie afbeelding 36). Deze voorouders aten vooral gras. Sommige dieren zouden een gemuteerd gen bezitten dat zorgt voor een iets langere nek. Deze dieren waren in het voordeel, omdat ze gemakkelijker bladeren van bomen konden eten (zie afbeelding 37). Daardoor hadden ze een grotere overlevingskans. In tijden dat er weinig voedsel was, stierven veel dieren met een korte nek door voedselgebrek. De dieren met een langere nek bleven in leven en plantten zich voort. Zo zouden door eeuwenlange natuurlijke selectie giraffen met een steeds langere nek zijn ontstaan.

▼ **Afb. 36** De evolutie van giraffen.

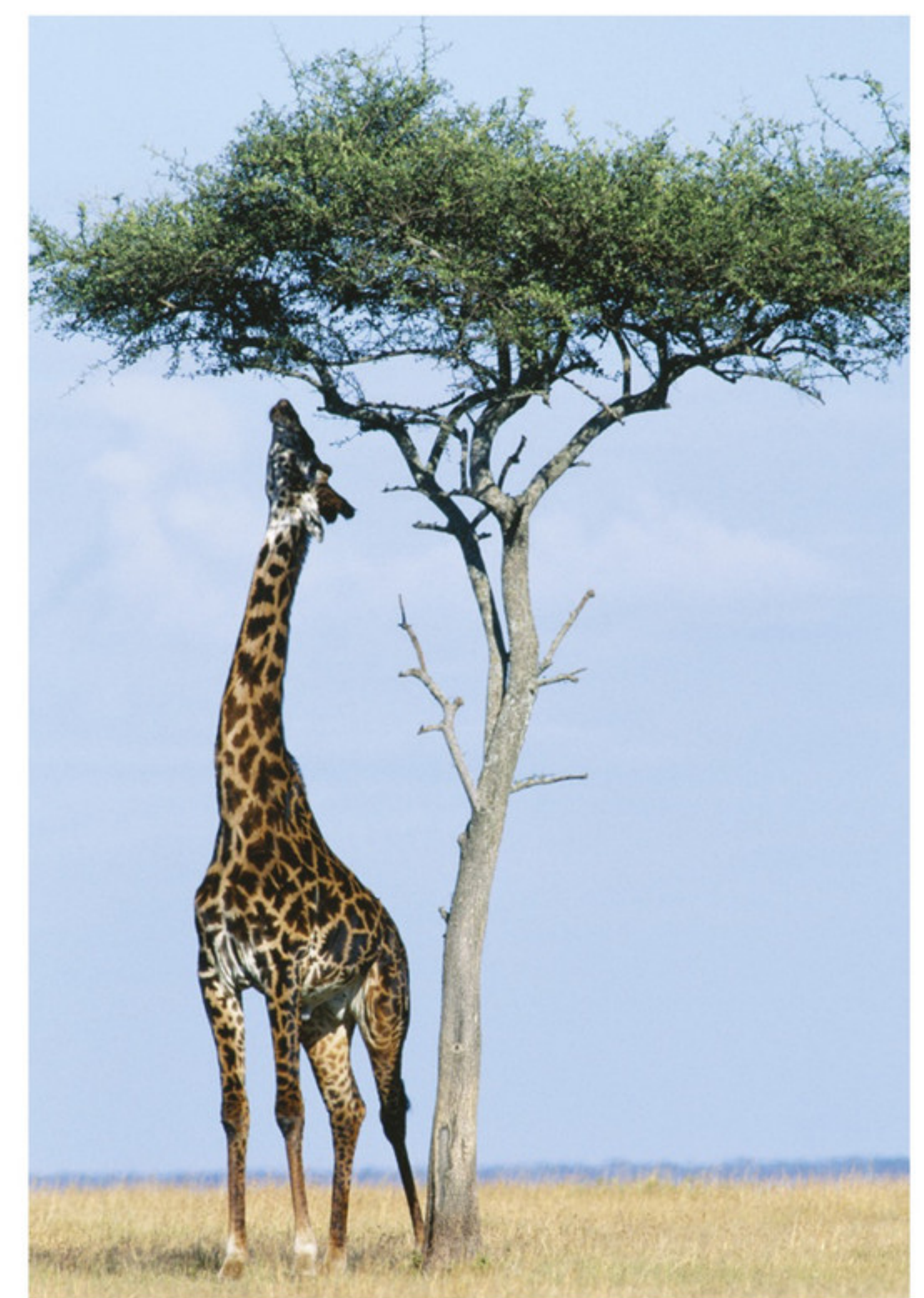


1 uitgestorven voorouder van de giraffe

2 giraffe

3 okapi, de enige huidige verwant van de giraffe

▼ **Afb. 37**



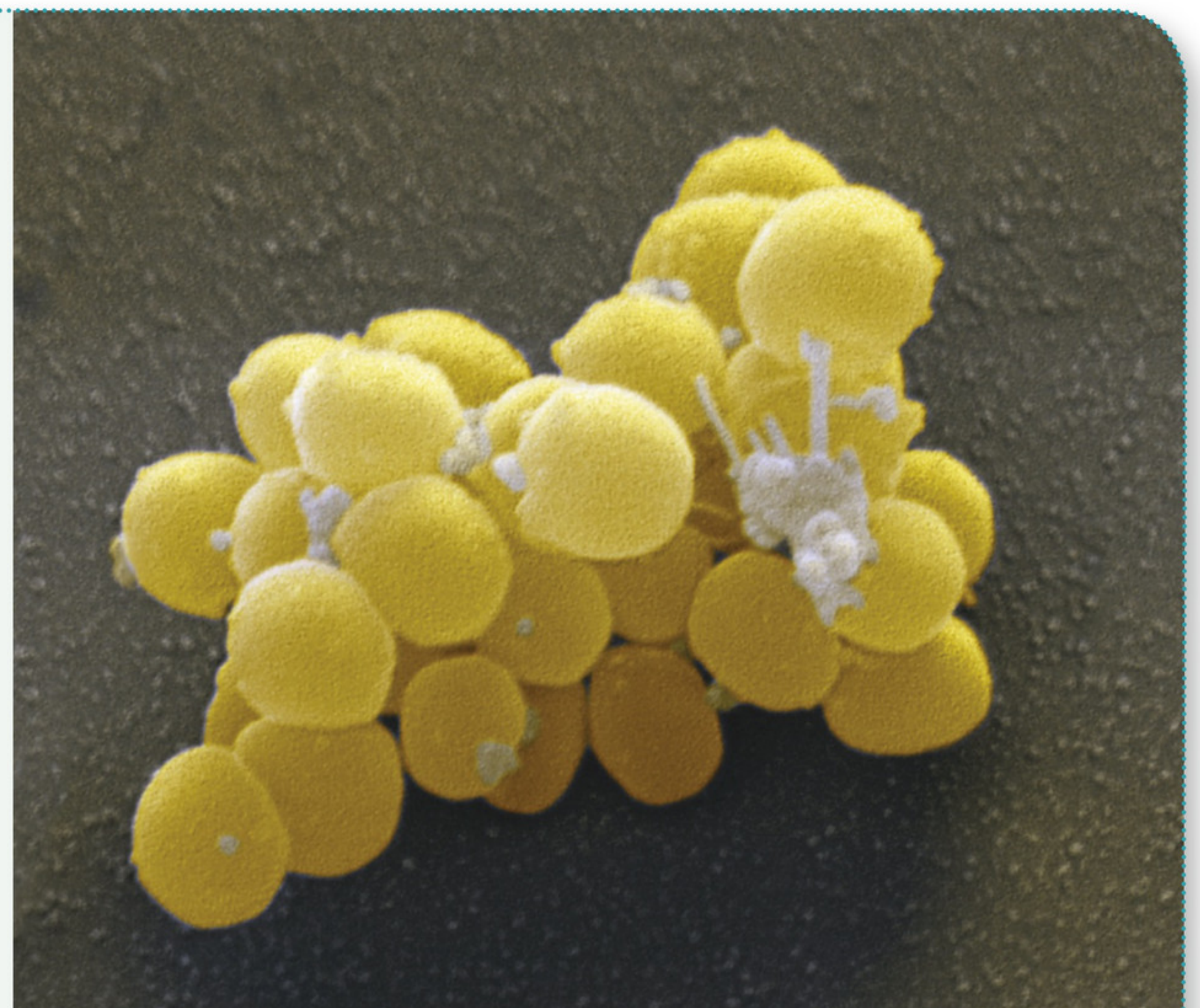
Een dier kan goed of minder goed zijn aangepast aan het milieu. Dit wordt vooral bepaald door het genotype. Een dier dat goed is aangepast aan zijn milieu heeft een grote overlevingskans. Van dit dier zullen veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten. Het gunstige genotype wordt zo doorgegeven van ouders aan nakomelingen.

Een dier dat slecht is aangepast aan het milieu krijgt weinig of geen nakomelingen. Het ongunstige genotype wordt zo vrijwel niet doorgegeven aan de nakomelingen. Dit geldt niet alleen voor dieren, maar voor alle organismen. Deze selectie leidt ertoe dat soorten voortdurend veranderen. In afbeelding 38, 39 en 40 zie je voorbeelden van veranderingen in genotype en fenotype bij bacteriën, bij dieren en bij mensen.

▼ Afb. 38

Natuurlijke selectie in ziekenhuizen

De bacterie *Staphylococcus aureus* is in veel ziekenhuizen een probleem geworden. Een deel van de bacteriestammen heeft namelijk mutanten ontwikkeld die resistent (ongevoelig) zijn geworden voor antibiotica. Daardoor is de bacterie erg moeilijk te bestrijden. De resistente bacteriën worden MRSA-bacteriën genoemd. Deze bacteriën bevatten een gen waardoor ze in staat zijn antibiotica af te breken. Sinds ongeveer 1940 worden antibiotica gebruikt om bacteriën te doden. Vooral in ziekenhuizen worden veel antibiotica gebruikt. Daardoor komt besmetting met MRSA-bacteriën vooral in ziekenhuizen voor. De bacterie wordt daarom ook wel ziekenhuisbacterie genoemd.



MRSA-bacteriën

Je hebt geleerd dat door mutaties nieuwe genotypen kunnen ontstaan. Als mutaties tot uiting komen in het fenotype leidt dit in vrijwel alle gevallen tot een kleinere overlevingskans voor de mutanten. De mutanten zullen niet veel nakomelingen krijgen. Hierdoor worden deze gemuteerde allelen vrijwel niet doorgegeven aan de nakomelingschap.

Slechts heel af en toe komt er een mutatie voor die leidt tot een grotere overlevingskans of een grotere kans op voortplanting voor de mutant. In dat geval zullen de mutanten meer nakomelingen krijgen dan de oorspronkelijke vorm. Het gemuteerde gen zal dan op den duur vaak voorkomen bij de nakomelingen (zie afbeelding 39).

WB OPDRACHT 15 T/M 17 BLZ. 21

▼ Afb. 39

Tasmaanse duivel plant zich sneller voort door ziekte



De Tasmaanse duivel is een buideldier dat leeft op het Australische eiland Tasmanië. Sinds twaalf jaar heerst daar een dodelijke besmettelijke ziekte. Op sommige plaatsen is al 90% van de dieren aan deze ziekte gestorven. De Tasmaanse duivel dreigt daardoor op termijn uit te sterven. Voorlopig lijkt het dier zich echter toch te redden. Een klein deel van de dieren bezit genen waardoor ze zich al in het eerste levensjaar kunnen voortplanten. Daardoor hebben deze dieren een grotere kans op voortplanting: ze krijgen al jongen voordat ze doodgaan aan de ziekte. Op sommige plaatsen plant inmiddels al 60% van de dieren zich in het eerste jaar voort.



Tasmaanse duivels
vóór de uitbraak
van de
besmettelijke ziekte



Tasmaanse duivels
na de uitbraak
van de
besmettelijke ziekte

Legenda:

 allel voor langzame voortplanting

 allel voor snelle voortplanting

▼ Afb. 40

Tibetanen

Europese toeristen die in het hooggelegen Tibet een bergtocht maken, merken al snel dat hun Tibetaanse reisgids met gemak urenlang klimt, terwijl zij zelf na een paar honderd meter al vermoeid raken. Een verklaring hiervoor is dat de lucht op grote hoogte dunner wordt en veel minder zuurstof bevat dan op zeeniveau. Uit onderzoek blijkt ook dat bij 87% van de Tibetanen een allel voorkomt waardoor hun longen gemiddeld meer zuurstof kunnen opnemen dan laaglandbewoners. Ruim 4000 jaar geleden trok een groep Han-Chinezen vanuit het laagland naar de Tibetaanse hoogvlakte. Bij de Han-Chinezen in het aangrenzende laagland komt dit allel bij slechts 9% voor.



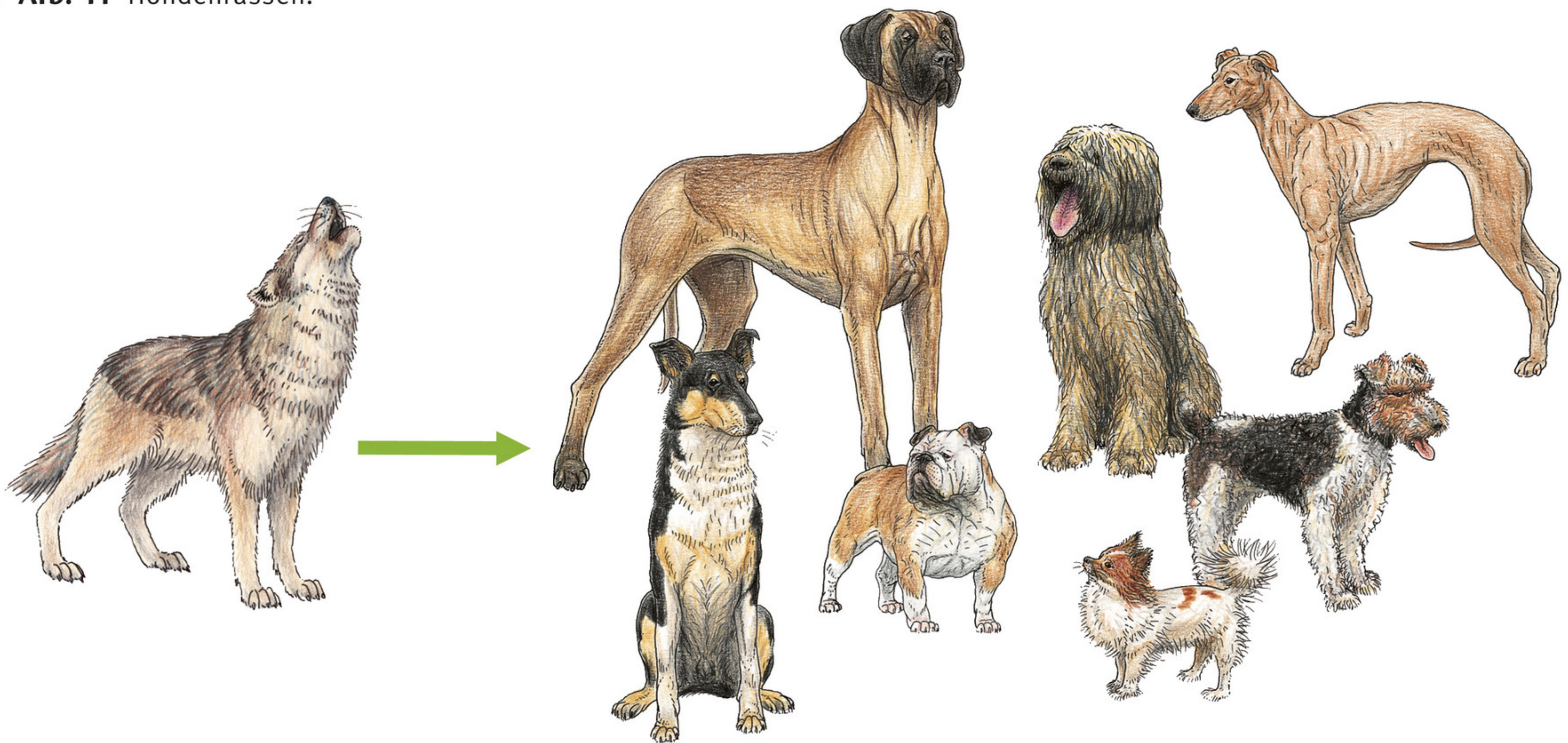
HET ONTSTAAN VAN NIEUWE SOORTEN

Voor de overlevingskansen van een soort is het belangrijk dat bij deze soort veel verschillende genotypen en fenotypen voorkomen. De soort heeft dan een grote overlevingskans, vooral als de milieuomstandigheden veranderen. Het klimaat kan bijvoorbeeld veranderen. In dat geval is grote variatie in genotypen en fenotypen gunstig, omdat de kans dan groot is dat enkele organismen wel goed zijn aangepast aan het nieuwe klimaat. Dit kan tot gevolg hebben dat de organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven. De organismen met een nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan. De soort is dan veranderd.

Ook kunnen beide vormen naast elkaar blijven bestaan. Organismen met de oorspronkelijke vorm en organismen met de nieuwe, afwijkende vorm planten zich dan onderling voort. Meestal ontstaan dan ook allerlei tussenvormen. Als de verschillende vormen zich onderling blijven voortplanten, blijven ze tot dezelfde soort behoren. Er zal dan geen nieuwe soort ontstaan. Wel kunnen er verschillende vormen van één soort ontstaan. Denk bijvoorbeeld aan verschillende hondenrassen (zie afbeelding 41). Deze behoren alle tot één soort.

De verschillende vormen van een soort kunnen van elkaar geïsoleerd (gescheiden) raken. Bijvoorbeeld door een rivier, bergen, ijs, een woestijn of een zee. Door **isolatie** kunnen op den duur verschillende soorten ontstaan. Dit komt doordat de twee vormen steeds meer van elkaar gaan verschillen. Na verloop van lange tijd zijn organismen van de twee vormen niet meer in staat zich onderling voort te planten en daarbij vruchtbare nakomelingen te krijgen. De twee vormen zijn dan twee soorten geworden.

▼ Afb. 41 Hondenrassen.



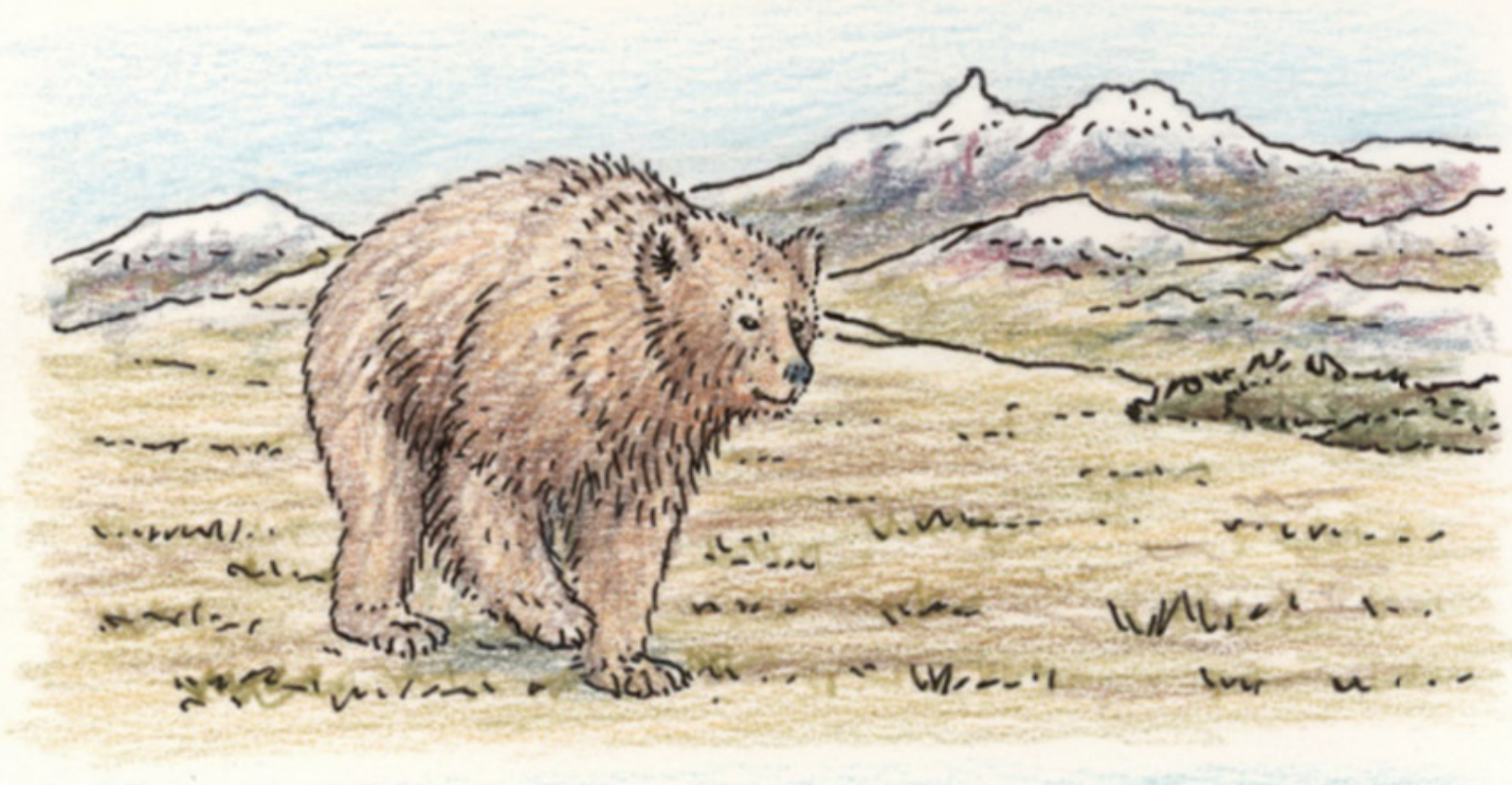
Hetzelfde kan gebeuren als een groep organismen van één soort geïsoleerd raakt van de rest van de soort. In de loop van miljoenen jaren kan het milieu gaan verschillen. Er vindt dan aanpassing plaats aan de verschillende milieus, bijvoorbeeld bij de beren van afbeelding 42. De lemuren van Madagaskar zijn een ander voorbeeld van soortvorming door isolatie (zie afbeelding 43).

WB OPDRACHT 18 BLZ. 23

▼ **Afb. 42** Ontstaan van een nieuwe soort door isolatie (schematisch).



1 Beren van één soort leven in een bepaald gebied.



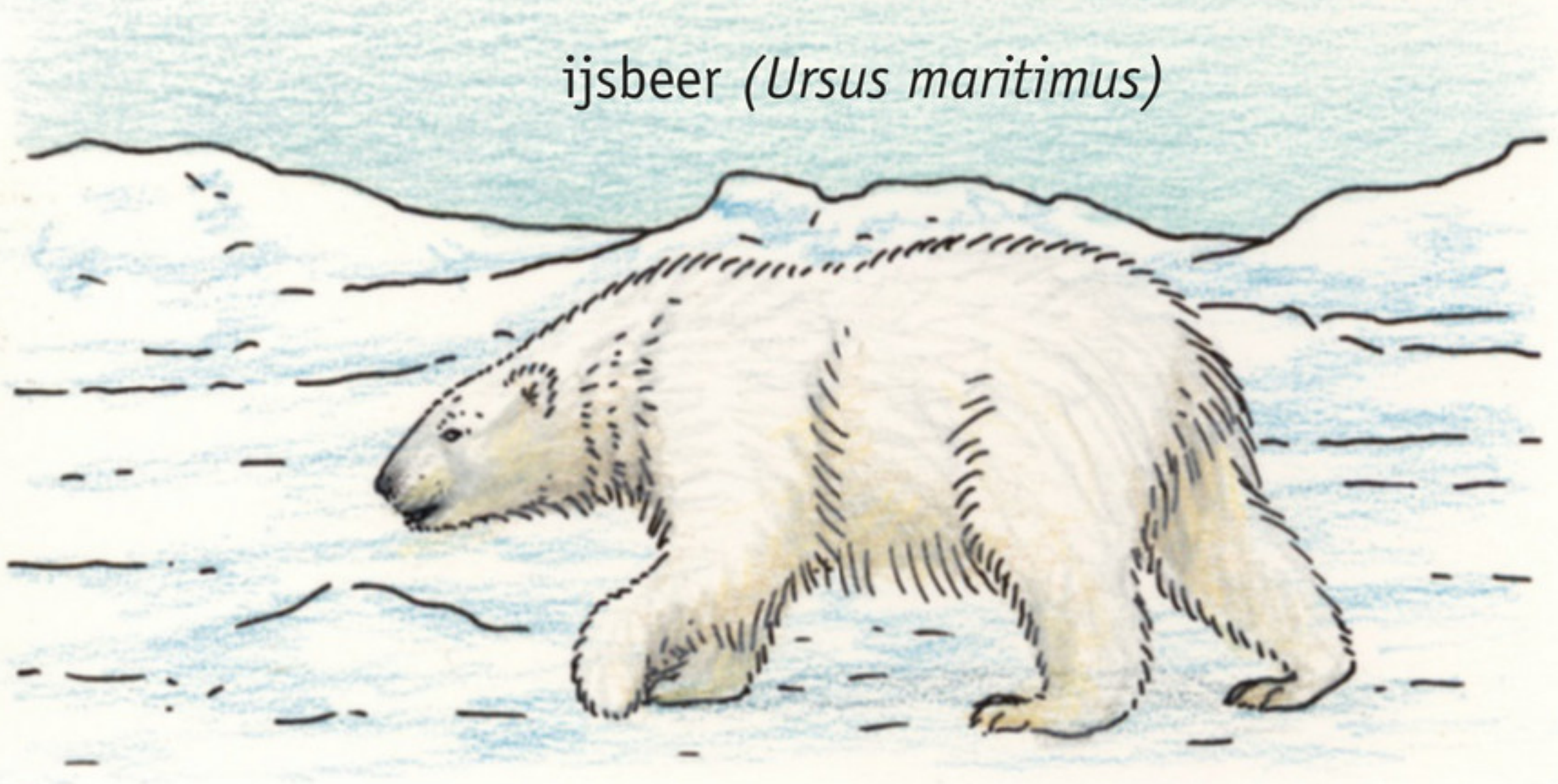
2 Het gebied wordt door water in twee delen gesplitst.
De beren kunnen niet meer bij elkaar komen.



3 De milieus aan beide kanten van het water verschillen steeds meer van elkaar. Beide groepen beren vertonen aanpassingen aan hun eigen gebied. Hierdoor ontstaan twee nieuwe vormen van de berensoort.



bruine beer (*Ursus arctos*)



ijsbeer (*Ursus maritimus*)

4 Na verloop van lange tijd zijn er twee verschillende soorten ontstaan.
De twee soorten beren kunnen samen geen vruchtbare nakomelingen krijgen.

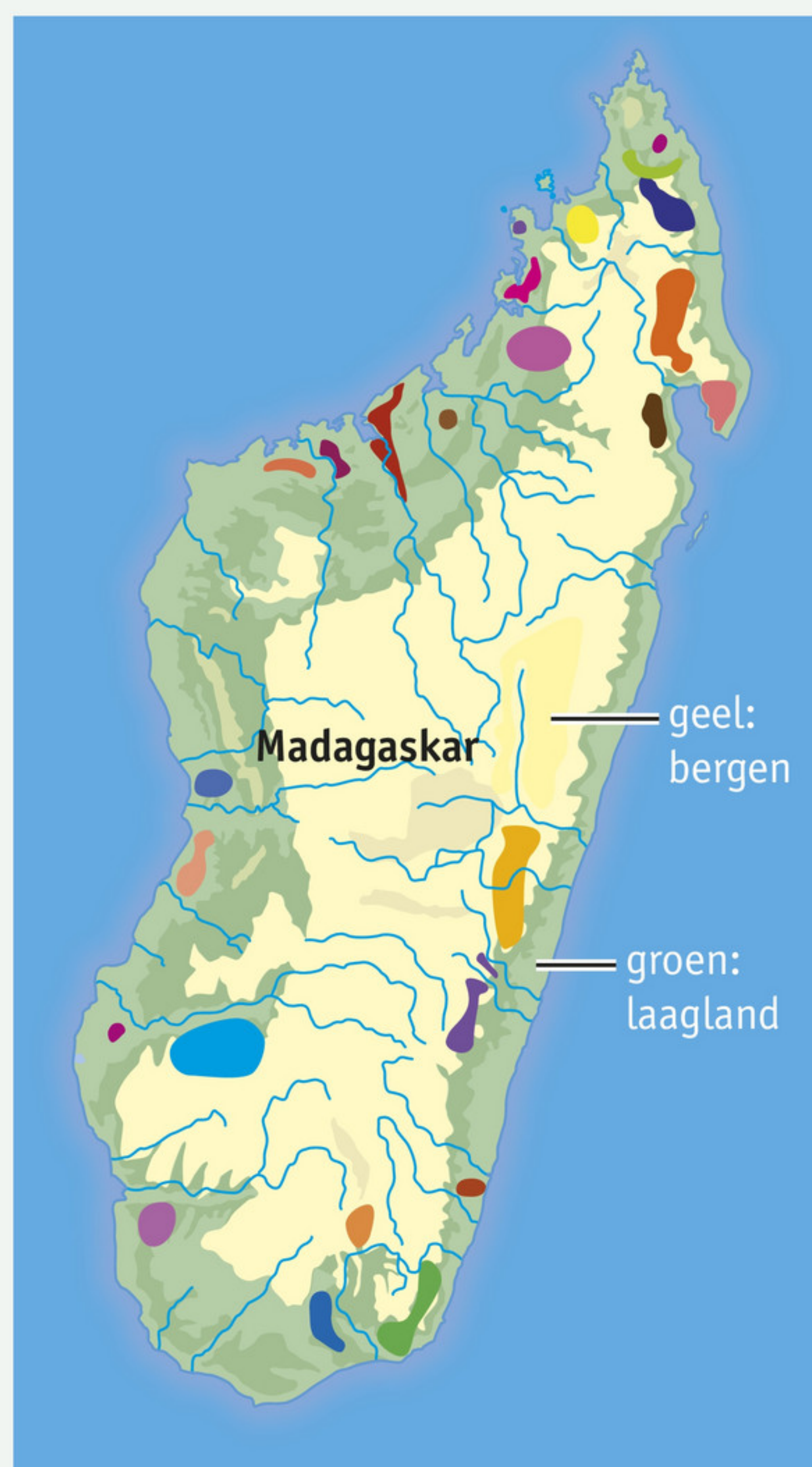
▼ Afb. 43

Lemuren van Madagaskar

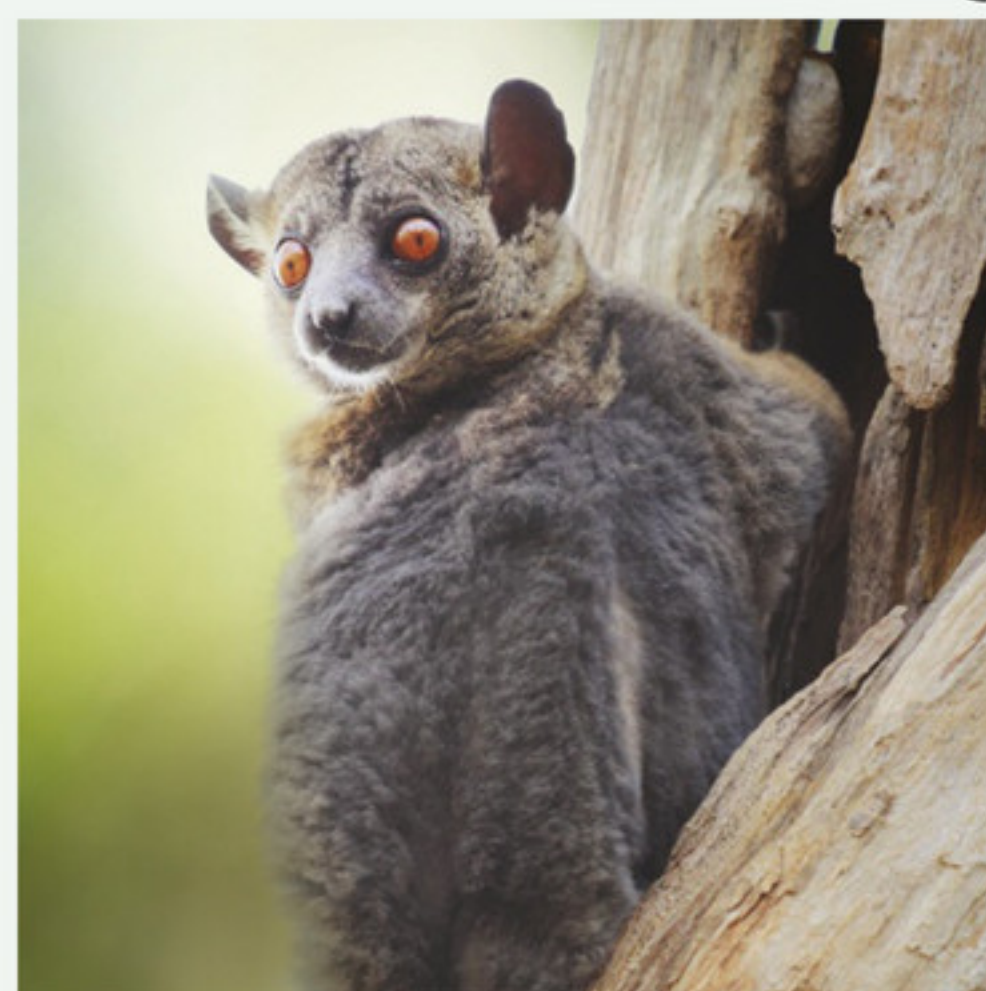
Lang geleden was Madagaskar verbonden met Afrika. In dit gebied leefde een groep halfapen. Doordat Madagaskar miljoenen jaren geleden losraakte van het vasteland van Afrika werden de halfapen op Madagaskar gescheiden van de halfapen in Afrika. Beide groepen pasten zich aan hun eigen milieu aan. Na verloop van tijd verschilden de gescheiden groepen halfapen zoveel van elkaar dat er nieuwe soorten waren ontstaan.

Inmiddels zijn op Madagaskar door isolatie vele soorten halfapen ontstaan, die alle behoren tot de familie van de lemuren. Een voorbeeld is het geslacht van de wezelmaki's. Wezelmaki's zijn nachtdieren die in bomen in het laagland leven en van boom tot boom springen. Ze komen zelden op de grond. Een rivier steken ze dan ook niet over. Door de vele rivieren tussen de bossen van Madagaskar ontstonden als het ware 'boseilanden' voor de wezelmaki's. Nu leven er ongeveer twintig soorten wezelmaki's op Madagaskar.

enkele lemuren van Madagaskar



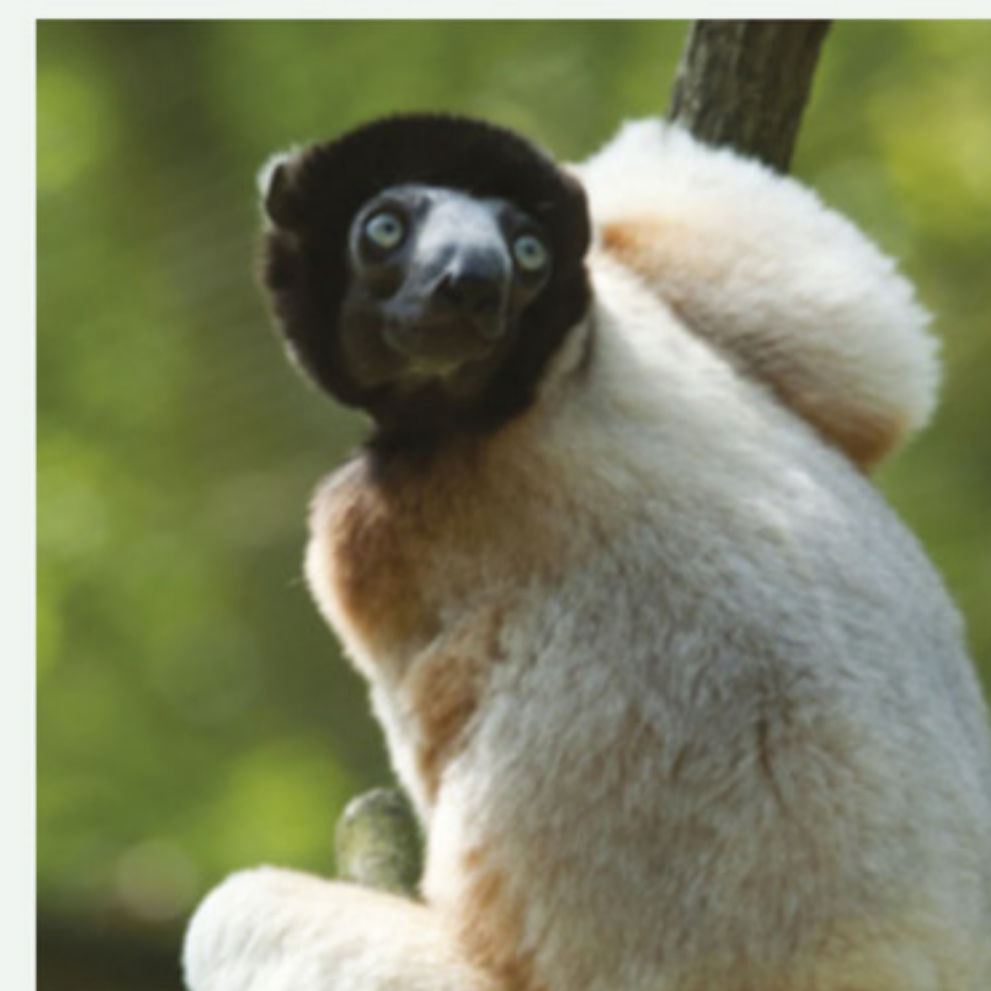
Verspreiding van de ongeveer twintig soorten van het geslacht wezelmaki's. Elke soort is met een andere kleur aangegeven.



grote wezelmaki



kleine wezelmaki



kroonsifaka



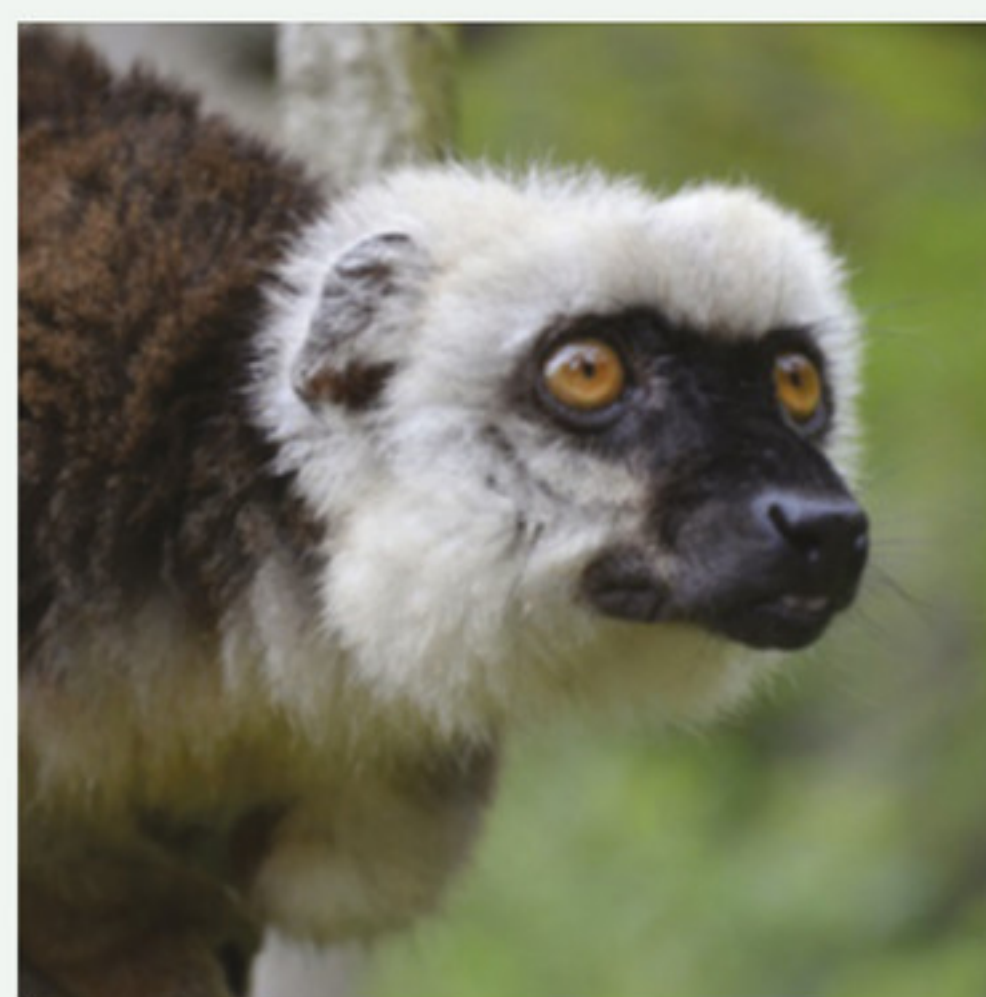
verrauxsifaka



diadeemsifaka



muismaki



witkopmaki



zwart-witte vari



rode vari

6 Argumenten voor de evolutietheorie

Er zijn verschillende argumenten voor de evolutietheorie. In gesteentelagen in de aardkorst worden soms fossielen aangetroffen. Hieruit blijkt dat leven op aarde zich in de loop van de tijd ontwikkelde.

Er bestaan veel overeenkomsten tussen verschillende soorten, zoals overeenkomsten in DNA, eiwitten en fenotype. Deze argumenten maken de evolutietheorie aannemelijk.

FOSSIELLEN

Fossielen zijn versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 44). In afbeelding 45 is schematisch weergegeven hoe fossielen ontstaan. Fossielen kunnen alleen ontstaan als resten van organismen niet wegrotten en vergaan. De resten kunnen worden bedekt door **sedimenten** (afzettingen van bijvoorbeeld zand- of kleideeltjes). Als dit snel gebeurt, krijgen bacteriën en schimmels niet de tijd om de resten helemaal af te breken. Als de sedimenten ongestoord blijven liggen, komen er andere lagen overheen. Op de lange duur verstenen de sedimenten door de druk van de bovenliggende lagen tot sedimentgesteenten.

► Afb. 44 Fossielen.

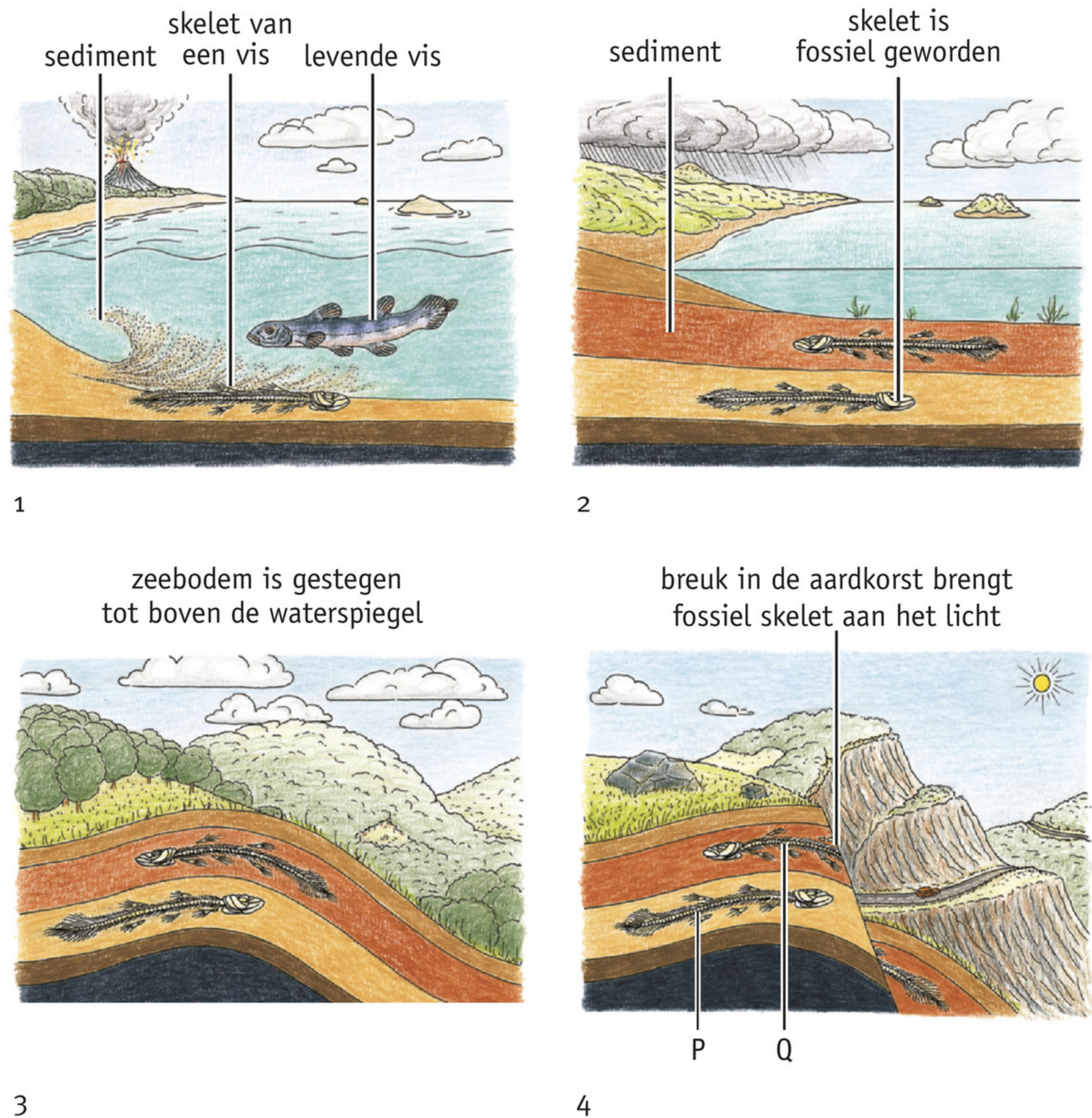


1 fossiele beenderen van een dinosauruspoot (met de ontdekker ervan)



2 fossiel van een uitgestorven reptiel

► **Afb. 45** Het ontstaan van fossielen (schematisch).



▼ **Afb. 46**



1 fossiel vliegend reptiel met veren (voorouder vogels) 2 reconstructie

Er worden niet vaak fossielen van complete organismen gevonden. Meestal worden slechts delen van organismen gevonden. Zachte delen vergaan vaak te snel om te kunnen **fossiliseren**. Van schelpdieren worden dan ook veel meer fossielen gevonden dan van wormen. Uit de gefossiliseerde delen probeert men een voorstelling te maken van hoe het organisme eruit heeft gezien. We noemen dat een **reconstructie** (zie afbeelding 46).

Nieuwe sedimenten worden boven op oudere lagen afgezet. In het algemeen liggen de jongste gesteentelagen dan ook aan de oppervlakte. Oudere gesteentelagen liggen dieper in de aardkorst. Van sommige soorten organismen komen fossielen voor in gesteentelagen van verschillende ouderdom. Maar er zijn ook soorten waarvan de fossielen slechts in één gesteentelaag voorkomen, terwijl ze niet voorkomen in oudere en jongere gesteentelagen. Blijkbaar hebben deze soorten organismen alleen in een bepaalde periode geleefd en zijn daarna uitgestorven. Hieruit blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan en weer zijn verdwenen. Dit is een belangrijk argument voor de evolutietheorie.

OVEREENKOMST IN DNA, EIWIT EN FENOTYPE

De DNA-volgorde van organismen kan steeds sneller en goedkoper worden bepaald. In deel 1 heb je geleerd dat hoe meer het DNA van twee soorten overeenkomt, hoe meer deze soorten aan elkaar verwant zijn. Het is dan logisch dat de eiwitten en meestal ook het fenotype van twee sterk verwante soorten veel overeenkomst vertonen. Uit onderzoek blijkt dat dit inderdaad het geval is.

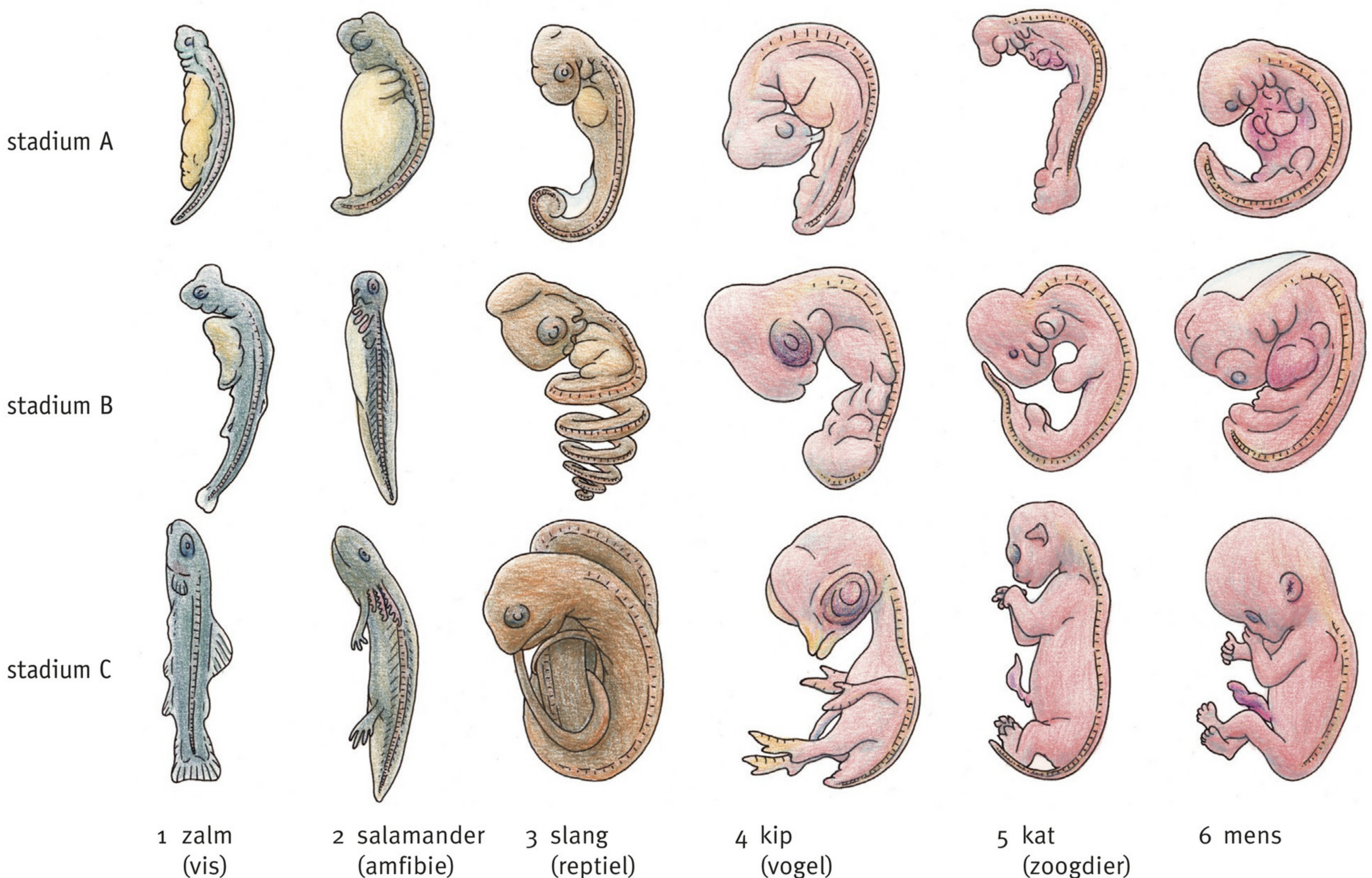
Hoe meer DNA, eiwit en fenotype van twee soorten overeenkomen, hoe aannemelijker het is dat deze soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben. Overeenkomst in fenotype is bijvoorbeeld zichtbaar wanneer je de embryonale ontwikkeling en de bouw van organismen vergelijkt.

OVEREENKOMST IN EMBRYONALE ONTWIKKELING

Er bestaat overeenkomst in de embryonale ontwikkeling bij verschillende diersoorten. Vooral in het begin van de ontwikkeling lijken de embryo's sterk op elkaar, maar tijdens hun ontwikkeling gaan de embryo's steeds meer van elkaar verschillen.

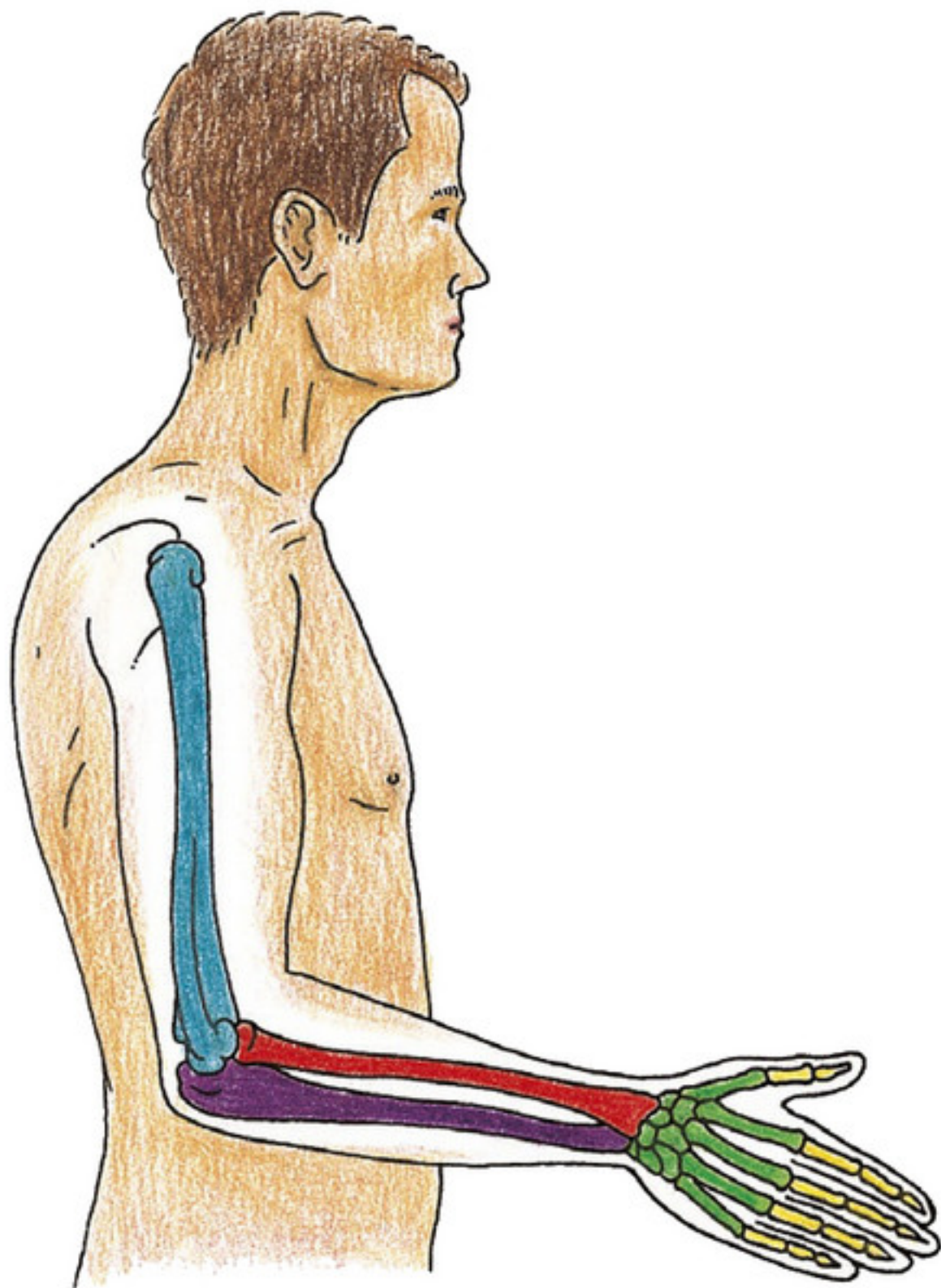
In afbeelding 47 zijn steeds drie stadia uit de embryonale ontwikkeling van vijf gewervelde dieren en de mens getekend. De overeenkomst in de eerste stadia van de embryonale ontwikkeling maakt het aannemelijk dat deze gewervelden een gemeenschappelijke voorouder hebben.

▼ **Afb. 47** Drie stadia in de embryonale ontwikkeling bij gewervelden.



OVEREENKOMST IN BOUW

De arm van een mens, de vleugel van een arend, de voorpoot van een mol en de voorvin van een walrus hebben een verschillende functie. In afbeelding 48 zie je de skeletten van deze organen, met overeenkomstige beenderen in dezelfde kleur. Je ziet dat deze organen een grote overeenkomst in bouw vertonen. Waarschijnlijk zijn deze organen uit dezelfde grondvorm ontstaan. Deze dieren hebben dan ook waarschijnlijk een gemeenschappelijke voorouder. Door aanpassing aan verschillende milieus hebben de organen een verschillende functie gekregen.

▼ **Afb. 48** Armskeletten.

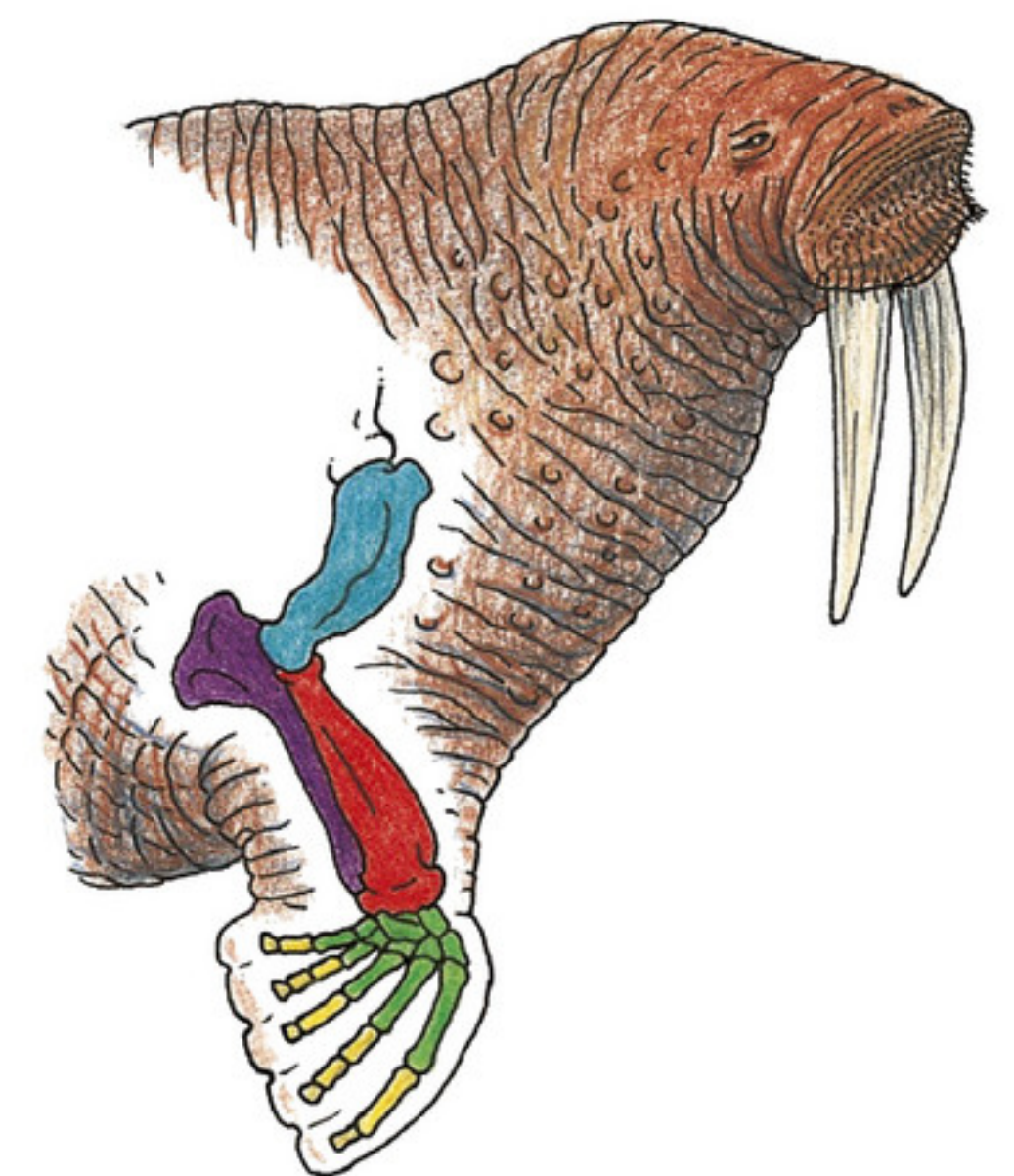
1 de arm van een mens



2 de vleugel van een arend



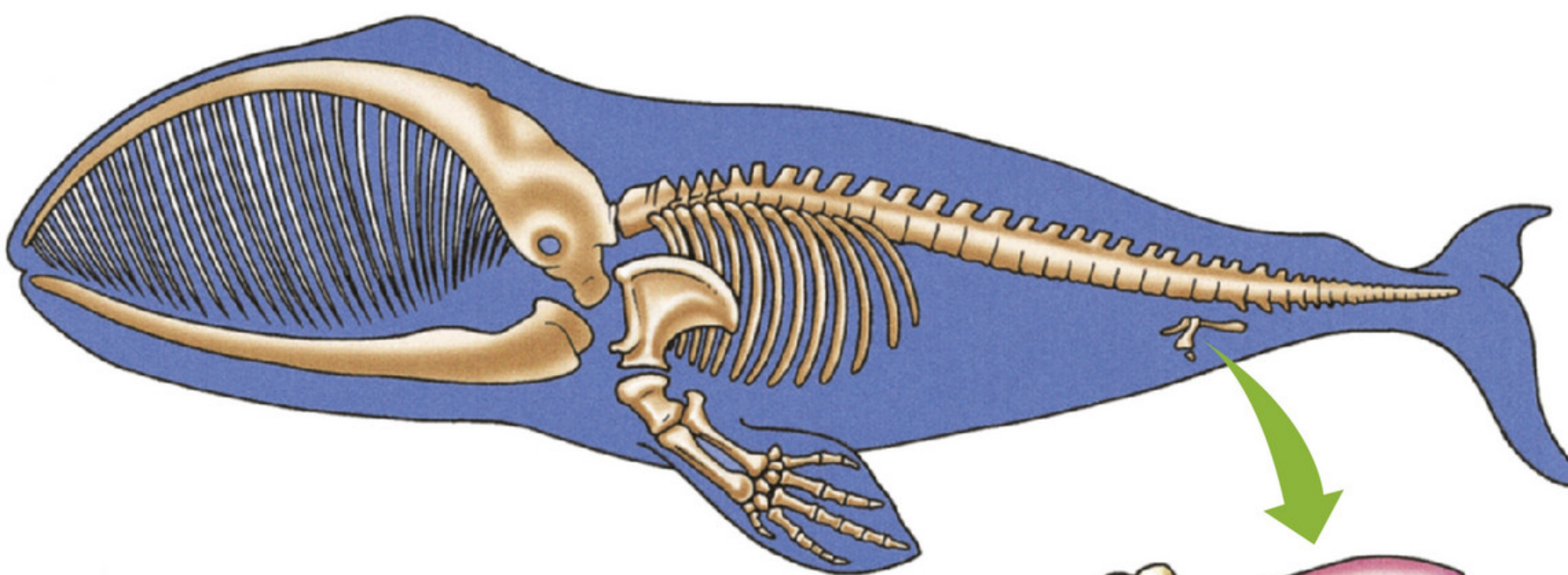
3 de voorpoot van een mol



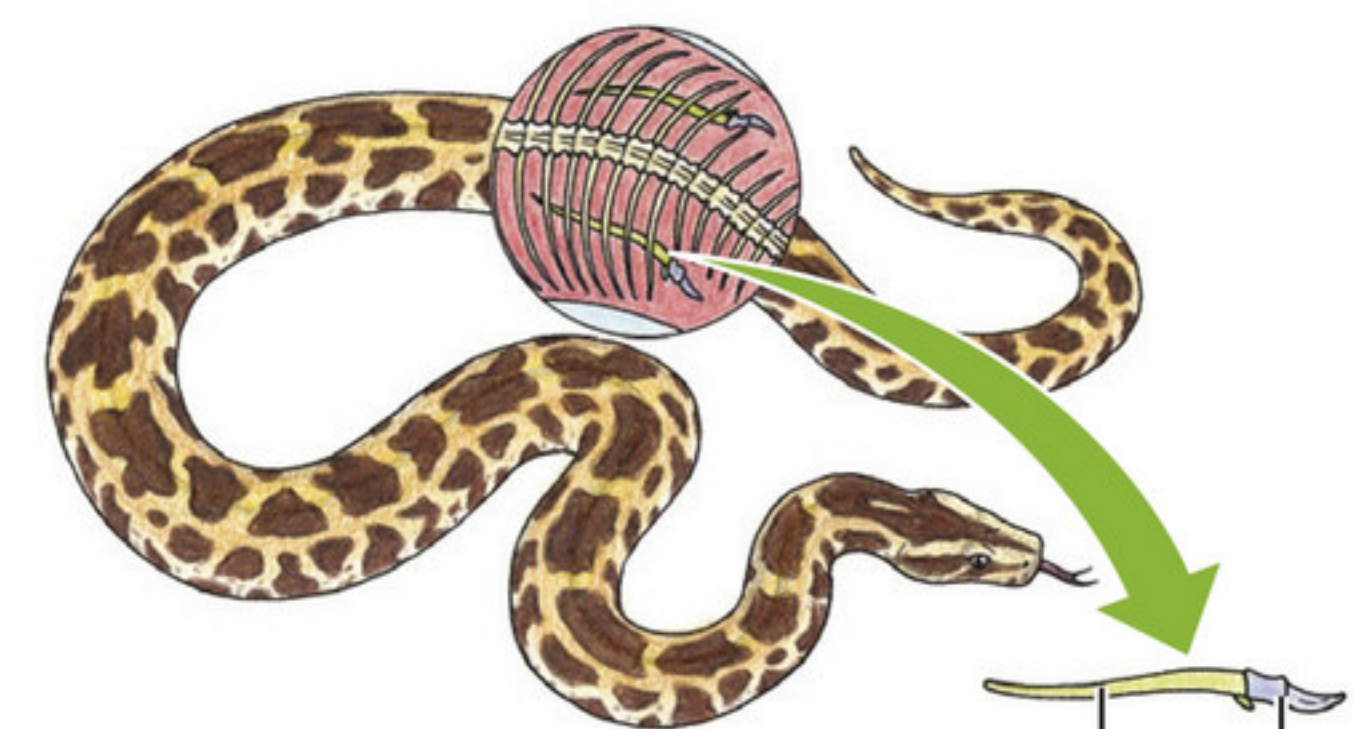
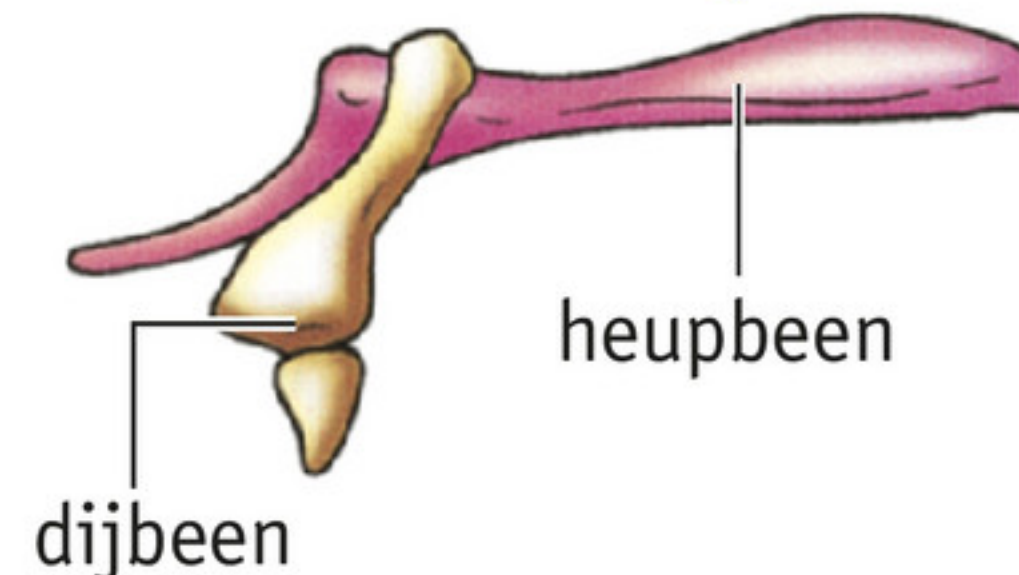
4 de voorvin van een walrus

RUDIMENTAIRE ORGANEN

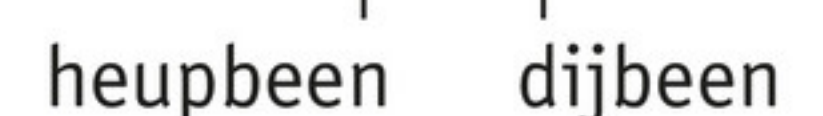
Door aanpassing aan het milieu kunnen bepaalde organen hun functie verliezen en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen. Deze organen kunnen dan in de loop van de evolutie verdwijnen. Denk bijvoorbeeld aan de achterpoten bij walvissen en de poten bij slangen (zie afbeelding 49). Soms zijn nog 'resten' van deze organen bij een organisme terug te vinden.

▼ **Afb. 49** Rudimentaire organen.

1 walvis met rudimentair bekken



2 python met rudimentaire poten



We noemen dat **rudimentaire organen** of **rudimenten**. In afbeelding 50 zie je vier rudimenten bij de mens. Rudimenten maken het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

Ook overeenkomst in processen als **celdeling** maakt het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

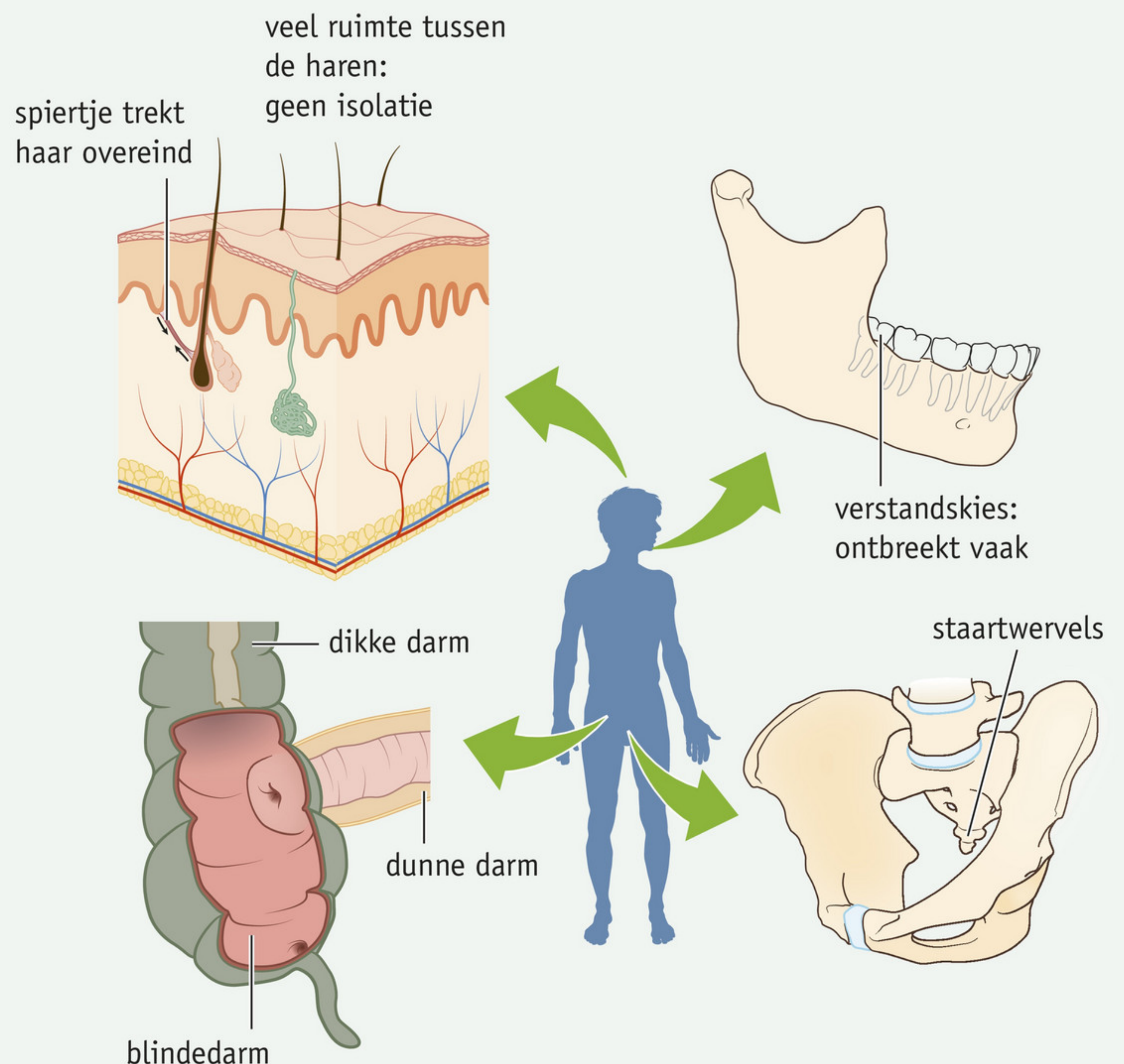
WB OPDRACHT 20 EN 21 BLZ. 26

▼ Afb. 50

Rudimenten bij de mens

Bij de mens zijn de staartwervels en de blindedarm rudimentair (zie de afbeelding). Bij veel plantenetende zoogdieren is de blindedarm veel langer. Bij deze dieren heeft de blindedarm een functie bij de vertering van het plantaardige voedsel. Bij de mens heeft de blindedarm deze functie niet meer. Verstandskiezen vergrooten vroeger bij onze voorouders de overlevingskans. Een grote kaak en veel kiezen kwamen immers goed van pas bij moeilijk te verteren en onbewerkt voedsel. Onze kaken zijn nu kleiner en verstandskiezen zijn niet meer nodig.

Kippenvel was lang geleden, toen onze voorouders nog een vacht hadden, enorm handig. Kippenvel heeft bij ons nauwelijks nog een functie.



7 De geschiedenis van het leven op aarde

Door wetenschappelijk onderzoek weten we veel over de geschiedenis van het leven op aarde. In deze basisstof leer je meer over de belangrijkste gebeurtenissen. De geschiedenis van het leven op aarde wordt verdeeld in **tijdperken**. De tijdperken worden verder onderverdeeld in **perioden**. In afbeelding 52 zijn de tijdperken en perioden weergegeven in een **geologische tijdschaal** (geologie = leer van de aarde). Daarin is weergegeven hoeveel miljoen jaar geleden een periode begon en eindigde. In de afbeelding zijn bij elke periode in de geologische tijdschaal enkele levensvormen getekend. De oudste levensvormen op aarde staan onderaan.

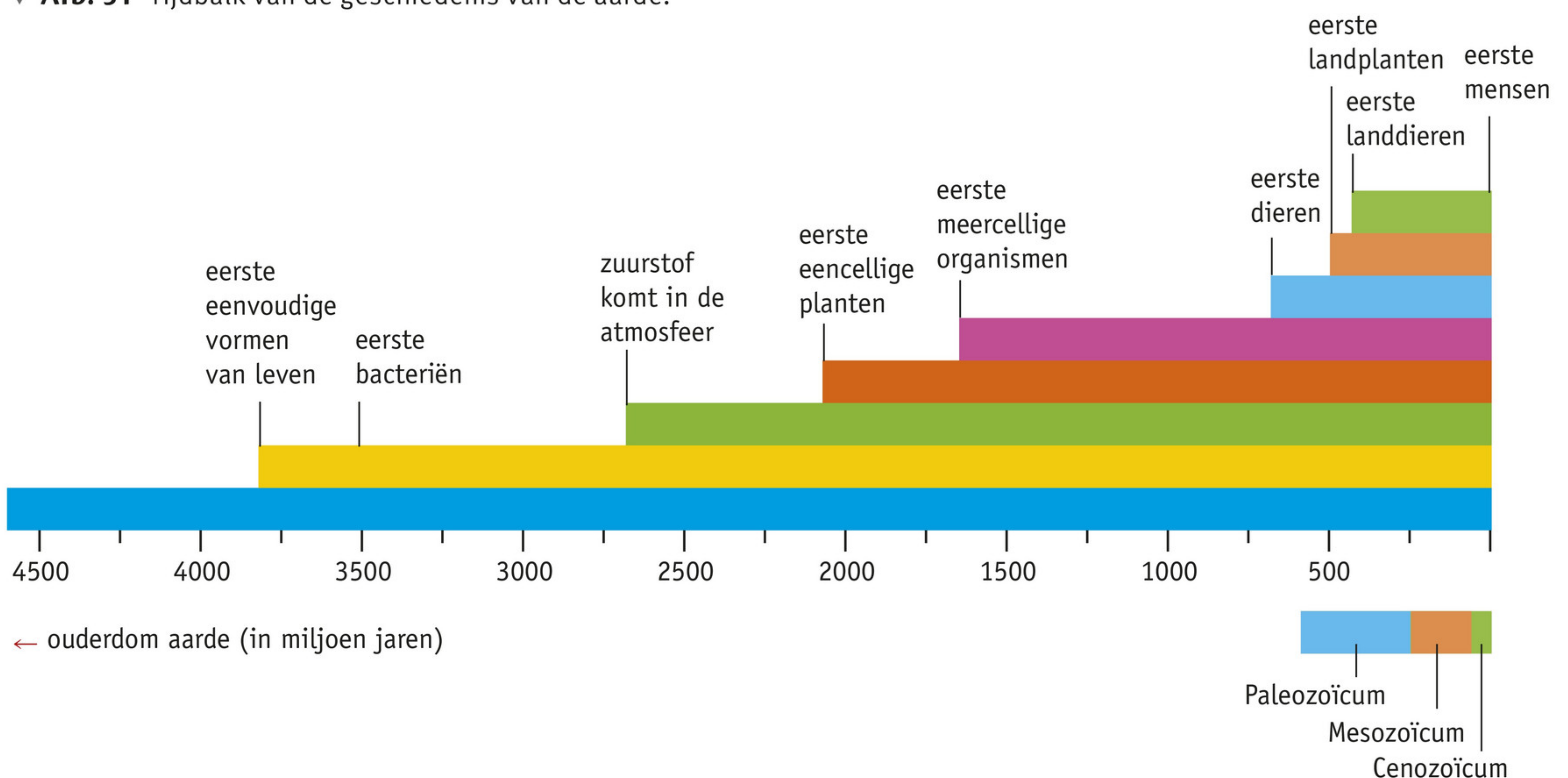
LEVEN IN HET WATER

In afbeelding 51 is de geschiedenis van de aarde op een tijdbalk weergegeven. De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar (4,6 miljard jaar). In het begin van het bestaan van de aarde was er geen leven mogelijk. De temperatuur was hiervoor nog veel te hoog.

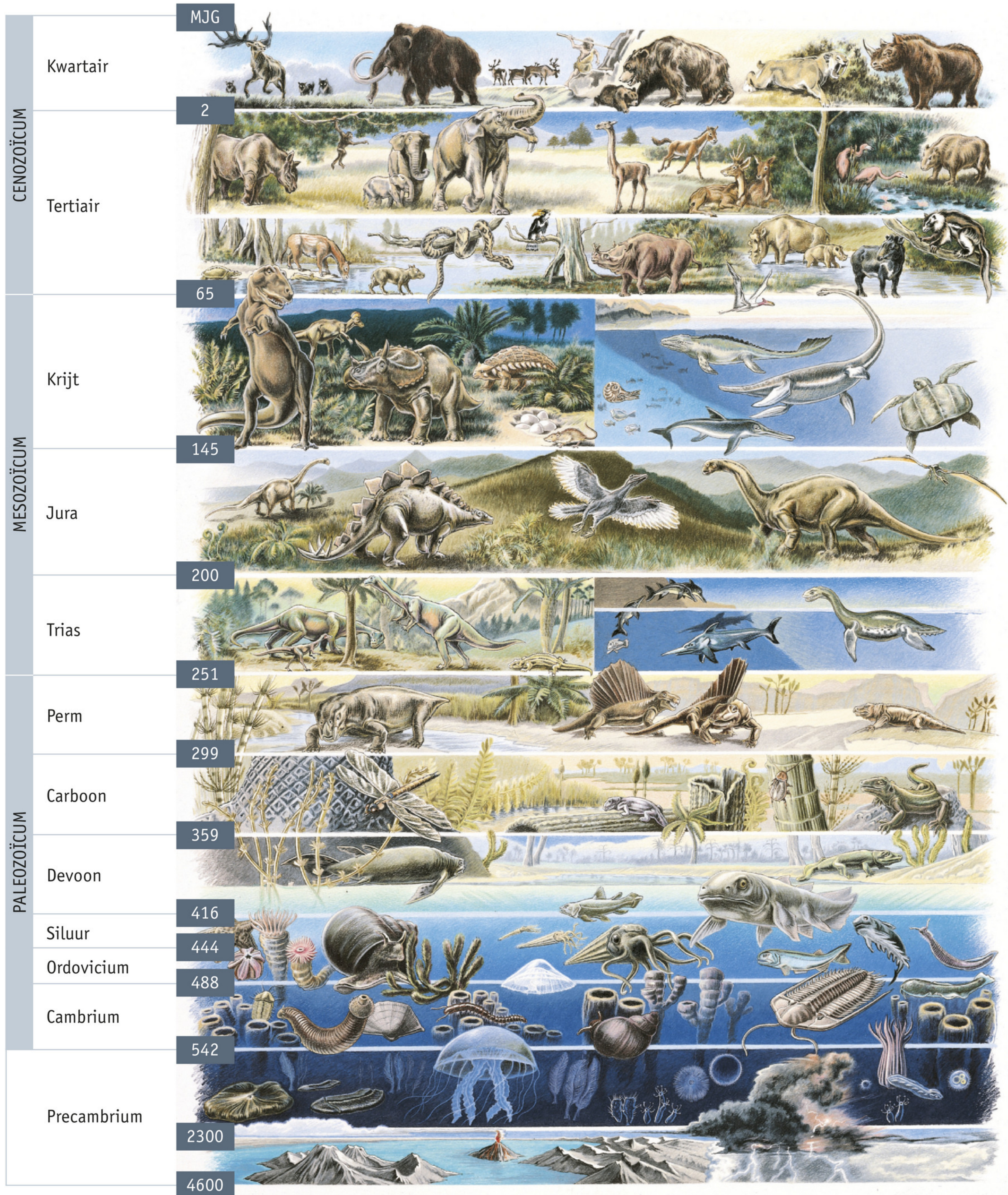
Ongeveer 3800 miljoen jaar geleden ontstonden waarschijnlijk de **eerste eenvoudige levensvormen**. Deze eerste levensvormen leefden in het water. Er zijn uit die tijd geen fossielen gevonden van organismen die op het land leefden. De lucht bevatte toen nog geen zuurstof.

Uit de eerste eenvoudige levensvormen ontstonden de eerste **bacteriën**. Een deel van deze bacteriën kon al zuurstof produceren. Ongeveer 3300 miljoen jaar geleden ontstonden andere **eencellige organismen** die fotosynthese konden laten plaatsvinden. Daardoor kwam er langzaam meer zuurstof in het water en ook in de lucht.

▼ **Afb. 51** Tijdbalk van de geschiedenis van de aarde.

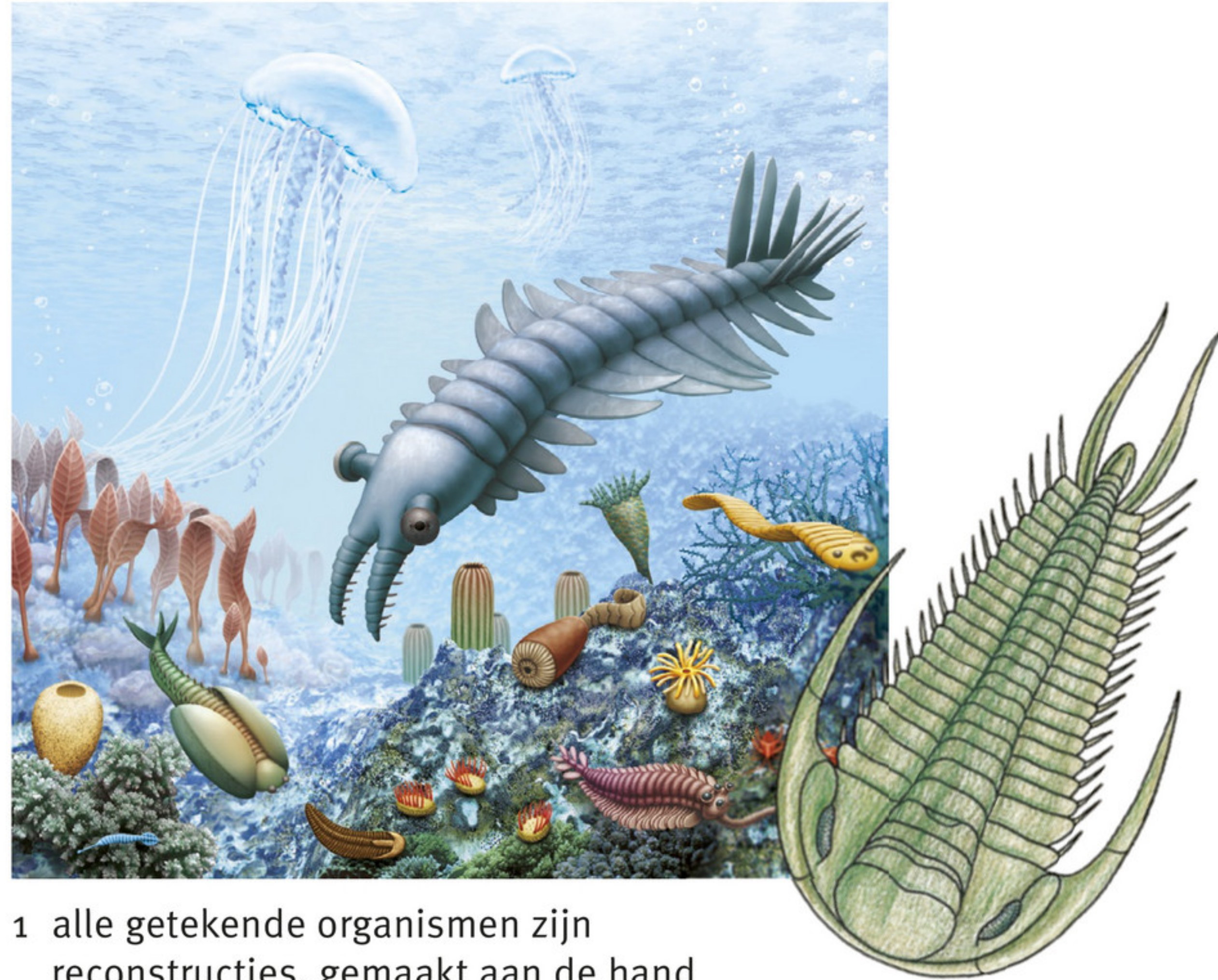


▼ Afb. 52 Geologische tijdschaal (mjg = miljoen jaar geleden).



Ongeveer 670 miljoen jaar geleden ontwikkelden zich uit de eencelligen de eerste **meercellige organismen**. De eerste dieren ontstonden ongeveer 700 miljoen jaar geleden. Er ontstonden onder andere sponzen, holtedieren (bijvoorbeeld kwallen), platwormen, weekdieren (bijvoorbeeld inktvissen), geleedpotigen (bijvoorbeeld trilobieten, zie afbeelding 53.2) en stekelhuidigen (bijvoorbeeld zeesterren). Al deze soorten ontstonden in de oceanen en zeeën; op het land kwamen alleen bacteriën voor.

► **Afb. 53** Het leven in zee.



1 alle getekende organismen zijn reconstructies, gemaakt aan de hand van fossielen

2 trilobiet

LEVEN OP HET LAND

▼ **Afb. 54** Een bos in het carboon.



De eerste **landplanten** (onder andere mossen) verschenen ongeveer 500 miljoen jaar geleden. De planten veroverden het land en veranderden de kale vlakten (zie afbeelding 54). In dezelfde periode ontstonden de eerste gewervelde dieren, de **vissen**.

Ongeveer 450 miljoen jaar geleden ontstonden er **landdieren**. De eerste landdieren waren voornamelijk geleedpotigen (vooral duizendpoten). Zij werden al snel gevolgd door gewervelden, de **amfibieën** en de **reptielen**. Ongeveer 251 miljoen jaar geleden begon de enorme bloeitijd van de reptielen. Er verschenen allerlei soorten **sauriërs** (*sauros* = hagedis). Op het land leefden enorme **dinosauriërs** (zie afbeelding 55). Sommige daarvan bereikten een lengte van meer dan 25 meter. Ook in het water en in de lucht leefden allerlei soorten sauriërs. Tegelijk met de sauriërs ontstonden de eerste **zoogdieren** en **vogels**.

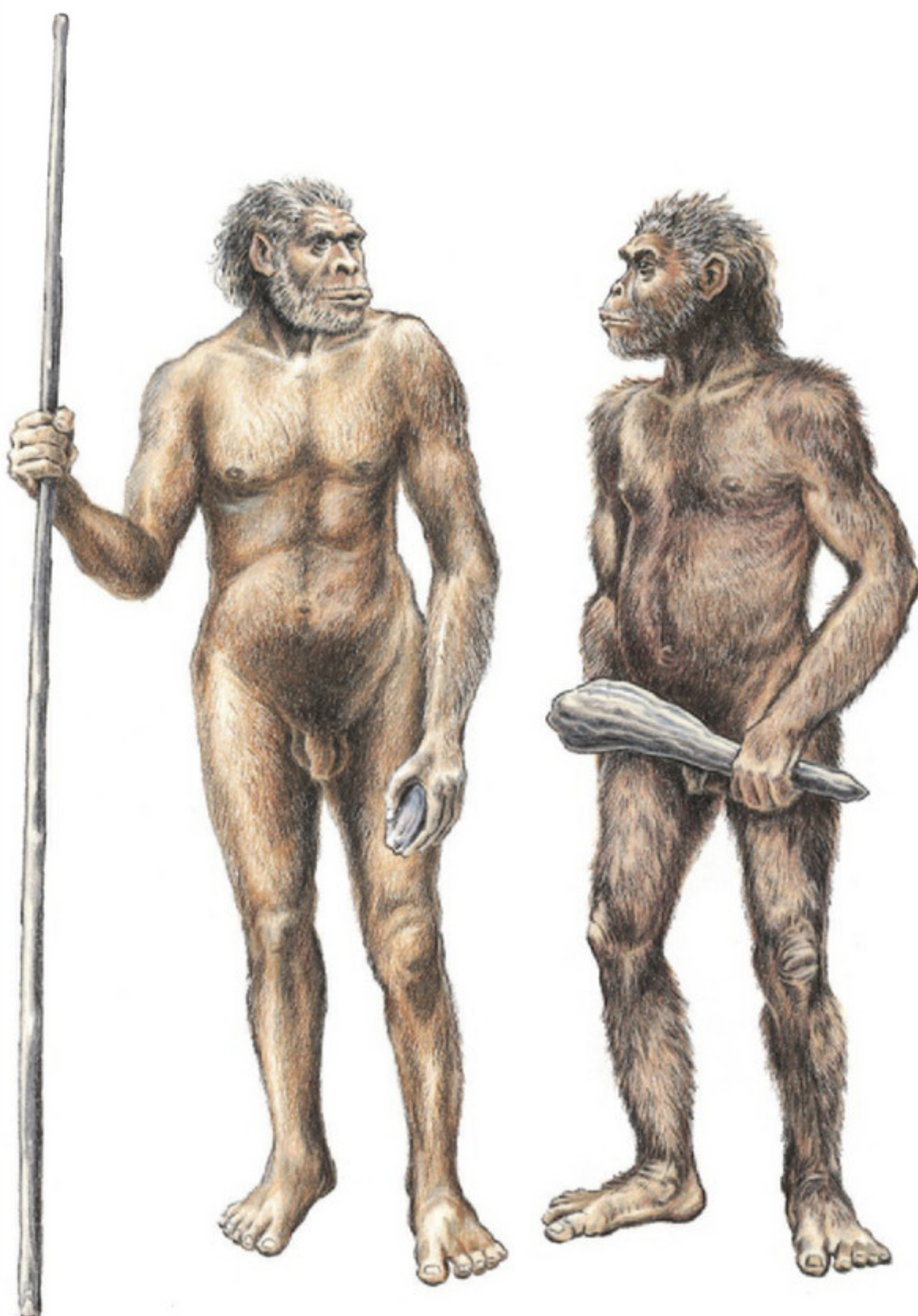
▼ Afb. 55 Uitgestorven dieren.



1 sauriërs

2 vogel en zoogdier

▼ Afb. 56 Mensachtigen.

1 *Homo erectus*2 *Australopithecus africanus*

Vele miljoenen jaren lang leefden de zoogdieren en vogels onopvallend naast de sauriërs. Maar 65 miljoen jaar geleden stierven de sauriërs in korte tijd uit. De oorzaak hiervan was een rotsblok van ongeveer tien kilometer doorsnede dat vanuit de ruimte insloeg op de aarde. Dat gaf een enorme explosie, gevolgd door uitgestrekte bosbranden. Hierna hebben enkele jaren lang zwarte wolken van stof en roet boven het aardoppervlak gehangen. Vermoedelijk hebben deze wolken zo veel zonlicht tegengehouden dat het op de hele aarde vrijwel donker werd en de temperatuur sterk daalde. De sauriërs hebben deze klimaatverandering niet overleefd, de zoogdieren en vogels wel. Toen de zwarte wolken verdwenen, konden de zoogdieren en vogels goed tot ontwikkeling komen.

De eerste primitieve **mensachtigen** verschenen ongeveer drie miljoen jaar geleden (zie afbeelding 56). De mensensoort die nu leeft (*Homo sapiens*), is 150 000 jaar geleden in Afrika ontstaan.

WB OPDRACHT 22 EN 23 BLZ. 28

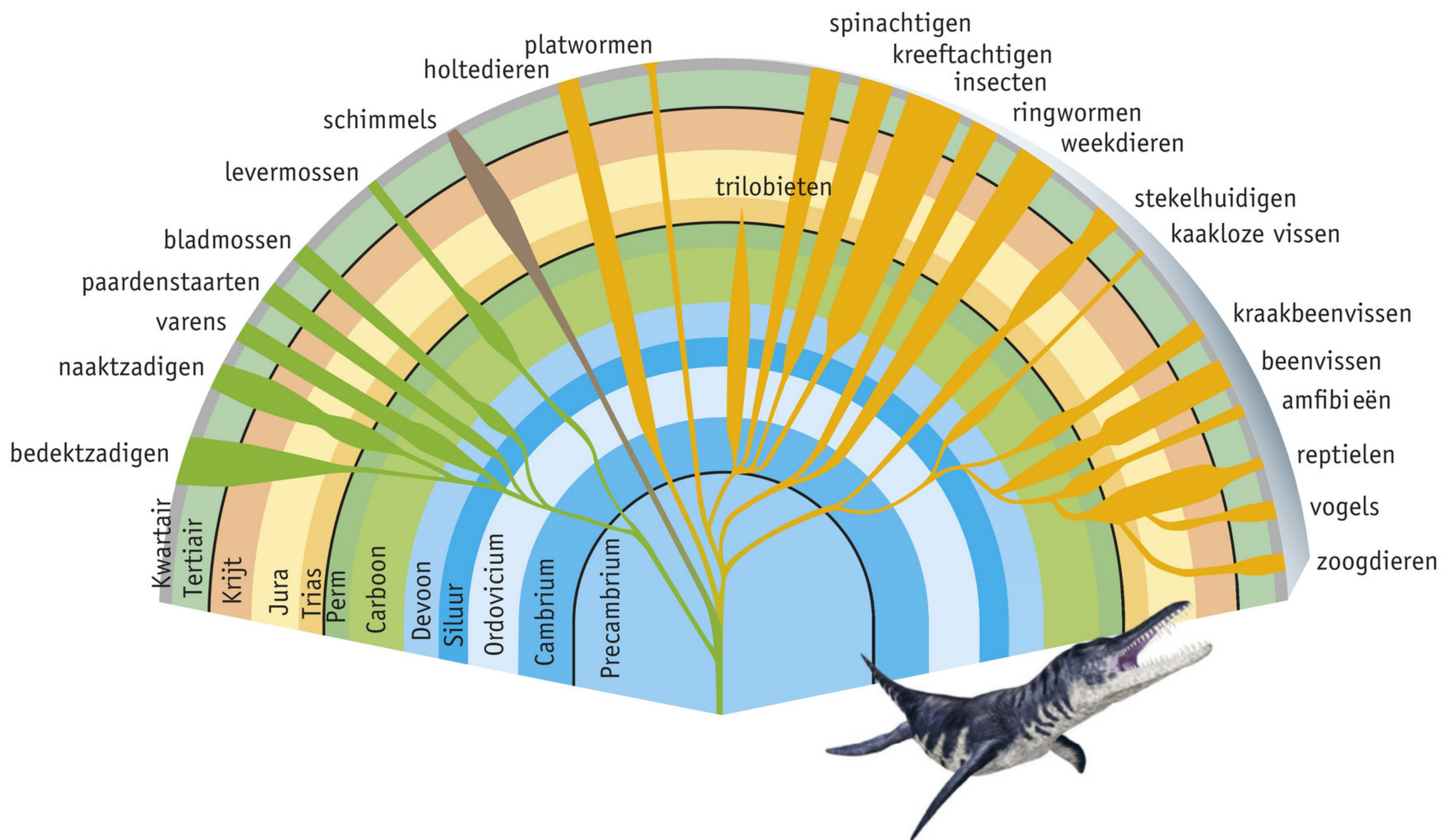
VERWANTSCHAP VAN SOORTEN

Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, vertonen **verwantschap**. In deel 1 heb je geleerd dat hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder van twee soorten leefde, hoe minder de soorten verwant zijn.

In afbeelding 57 is de vermoedelijke afstamming van organismen schematisch weergegeven. Uit deze afbeelding kun je aflezen waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld. Ook kun je afleiden welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen. Ten slotte kun je aflezen in welke periode bepaalde groepen een bloeitijd hebben gehad. Deze groepen zijn dan breed weergegeven.

WB OPDRACHT 24 EN 25 BLZ. 29

▼ **Afb. 57** Vermoedelijke stamboom van organismen.



8

Biotechnologie

▼ Afb. 58 Bakkersgist.



Biotechnologie is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens. Deze technieken worden al eeuwenlang gebruikt, vooral bij de productie van voedingsmiddelen. Voorbeelden van zulke voedingsmiddelen zijn brood, bier, wijn, kaas, yoghurt en zuurkool.

In deel 1 heb je geleerd dat schimmels kunnen worden gebruikt om voedingsmiddelen te maken. Brood, bier en wijn worden bereid met behulp van speciale schimmels, de **gisten**. Bij de bereiding van brood zorgen gistcellen ervoor dat het deeg gaat rijzen. Het deeg wordt luchtiger, waardoor het brood minder zwaar op de maag ligt. Bij de bereiding van bier en wijn produceren gistcellen alcohol.

Kaas wordt geproduceerd met behulp van een stof uit de maag van pasgeboren kalveren. Als deze stof aan melk wordt toegevoegd, ontstaat in de melk een vaste massa. Hiervan wordt kaas gemaakt. Yoghurt wordt gemaakt uit melk door er bepaalde soorten **bacteriën** aan toe te voegen. Deze bacteriën vormen stoffen die de zure smaak van yoghurt veroorzaken. Zuurkool wordt gemaakt uit fijngesneden witte kool. Bepaalde soorten bacteriën vormen stoffen die zorgen voor de zure smaak van zuurkool. Bij de productie van al deze voedingsmiddelen maakt de mens al eeuwenlang gebruik van organismen. Ook bij de productie van bepaalde smaakstoffen, geneesmiddelen en hormonen worden al heel lang organismen gebruikt. De gebruikte organismen zijn uit zichzelf in staat de gewenste stoffen te produceren. Het genotype van de organismen hoeft hiervoor niet te worden veranderd.

► Afb. 59 Voedingsmiddelen waarbij al eeuwenlang biotechnologie wordt toegepast.



GENETISCHE MODIFICATIE

De laatste jaren is de biotechnologie sterk in opkomst. Dat komt door de ontwikkeling van technieken om nieuwe erfelijke informatie aan te brengen in het DNA van een organisme. Bijvoorbeeld informatie die afkomstig is van een ander soort organisme. Deze technieken worden **recombinant-DNA-technieken** genoemd. Hierna volgt een voorbeeld van zo'n techniek.

In deel 1 heb je geleerd dat een diabetespatiënt zichzelf elke dag een hoeveelheid insuline moet inspuiten. Insuline was tot voor kort een duur geneesmiddel. Het werd verkregen uit de alvleesklier van geslachte varkens. Deze methode was tijdrovend en kostbaar. Gezonde mensen hebben een gen dat de informatie bevat voor de productie van insuline. Bacteriën hebben dit gen niet. DNA met dit gen is weggehaald uit cellen van de mens en ingebracht bij bepaalde bacteriën. Deze bacteriën bezitten dan de informatie voor de productie van insuline en gaan insuline produceren. Door deze bacteriën op grote schaal te kweken kan nu goedkoop insuline in zuivere vorm worden geproduceerd.

▼ **Afb. 60** Voorbeelden van genetische modificatie.



Geiten maken medicijn

Het Amerikaanse bedrijf GTC Therapeutics heeft als eerste toestemming gekregen een nieuw geneesmiddel op de Europese markt te brengen. Het geneesmiddel Atryn wordt gehaald uit de melk van genetisch gemodificeerde geiten. Atryn vermindert na een operatie of bevalling het risico op bloedklontering bij patiënten met een zeldzame, erfelijke bloedziekte.



Meer sap uit vruchten

Het enzym pectinase wordt gebruikt bij de bereiding van vruchtensap. Dit enzym wordt geproduceerd door een genetisch gemodificeerde schimmel. Pectinase breekt een deel van de celwanden in vruchten af, waardoor een hogere sapopbrengst wordt verkregen.



Appelbomen zonder schurft

Wageningse onderzoekers hebben een gen uit gerst ingebracht in het genotype van appelbomen. Het gen uit gerst bevat de informatie voor de productie van een stof die bescherming biedt tegen schimmels. De genetisch gemodificeerde appelbomen zijn nu veel beter bestand tegen aantasting door schurft en er zijn minder bestrijdingsmiddelen nodig.



Stonewashed spijkerbroeken

Om spijkerbroeken een stonewashed uiterlijk te geven werden ze vroeger in een grote wasmachine gewassen met puimsteen. Dat kostte veel energie en was tijdrovend. Tegenwoordig gaat het een stuk goedkoper en sneller door behandeling met het enzym cellulase, geproduceerd door genetisch gemodificeerde bacteriën.

- ▼ **Afb. 61** Sommige voedingsmiddelen bevatten genetisch gemodificeerde maïs.



Door recombinant-DNA-technieken kunnen allerlei gewenste erfelijke eigenschappen bij organismen worden 'aangebracht'. Dit heet **genetische modificatie**. Een genetisch gemodificeerd organisme wordt **transgeen** genoemd.

Voor genetische modificatie worden vaak micro-organismen gebruikt, maar soms ook planten of dieren. In afbeelding 60 zie je daar voorbeelden van. In de gezondheidszorg, de landbouw, de industrie en het milieu worden genetisch gemodificeerde organismen gebruikt. De meeste toepassingsmogelijkheden liggen in de voedselproductie (zie afbeelding 61).

Sommige mensen zijn voorstander van genetische modificatie, omdat hierdoor de voedselopbrengst hoger wordt. Dat is nodig om de steeds maar groeiende wereldbevolking van voedsel te voorzien. Door genetische modificatie kunnen sommige gewassen ook milieuvriendelijker worden geproduceerd en kunnen sommige ziekten beter worden behandeld (zie afbeelding 61).

Er zijn ook mensen die bezwaren hebben tegen genetische modificatie. Ze vinden bijvoorbeeld dat de mens niet het recht heeft de erfelijke eigenschappen van organismen naar eigen inzicht te veranderen. Of ze keuren het af dat door genetische modificatie naar willekeur allerlei nieuwe soorten organismen worden 'gemaakt'. Ook zijn ze bang dat organismen die genetisch zijn gemodificeerd in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken.

WB OPDRACHT 26 BLZ. 33

- **Afb. 62** Genetische modificatie.



KLONEN

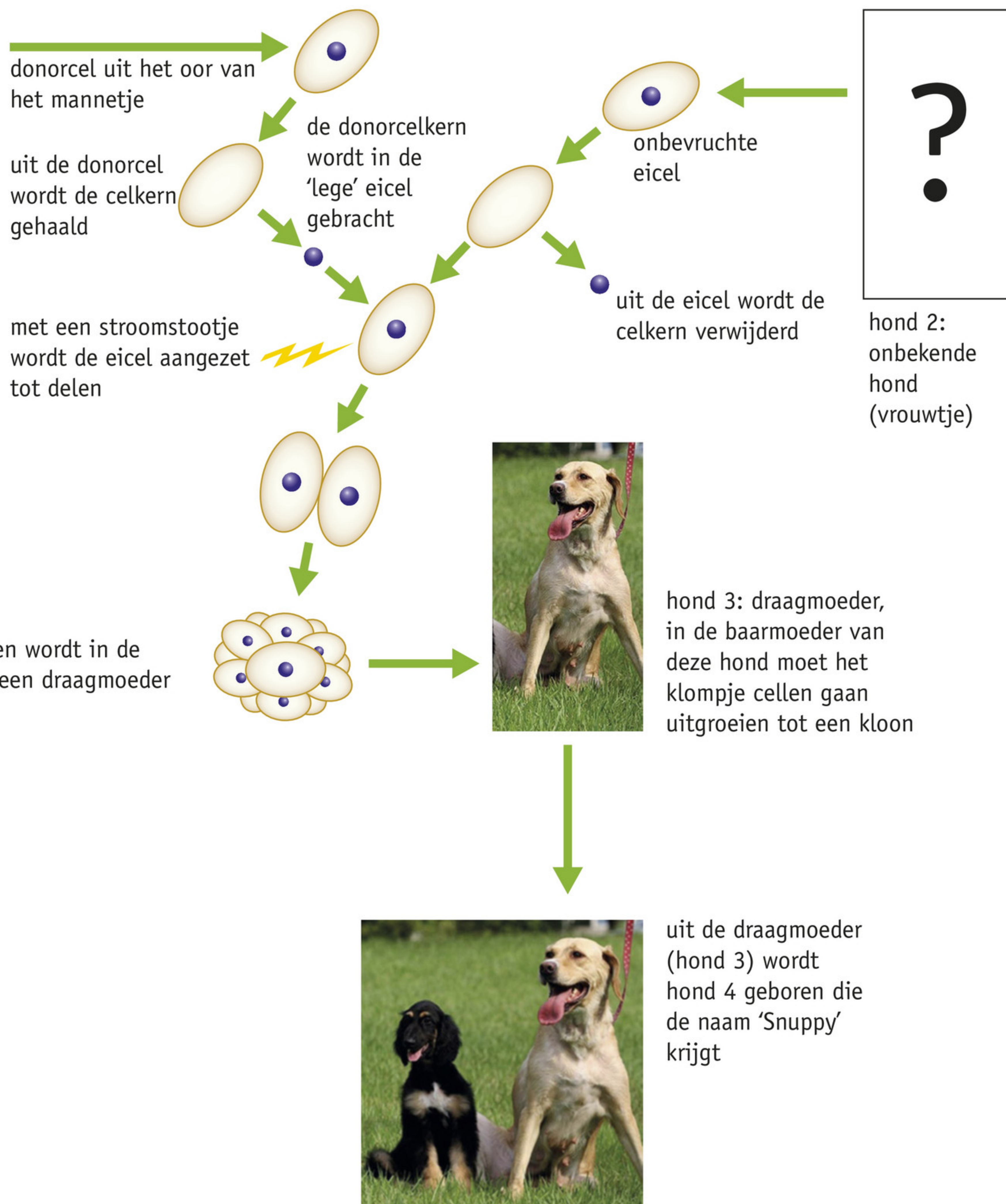
Klonen of **klonen** is een kunstmatige wijze van reproductie van organismen waarbij alle nakomelingen hetzelfde genotype hebben als het organisme dat gekloond wordt. Klonen is een vorm van ongeslachtelijke voortplanting. Bij planten is klonen al langer gebruikelijk dan bij dieren. Door planten te stekken of door planten te vermeerderen via bollen, knollen of wortelstokken ontstaan klonen van een plant.

Het klonen van dieren kan bijvoorbeeld door **celkerntransplantatie**. Daarbij wordt de celkern van een lichaamscel getransplanteerd naar een eicel waaruit van tevoren de kern is weggehaald. Uit de eicel ontstaat een klompje cellen, dat in de baarmoeder van een **draagmoeder** wordt ingebracht en kan uitgroeien tot een nakomeling (zie afbeelding 63). Het blijkt nog moeilijk via deze techniek klonen te maken.

▼ Afb. 63



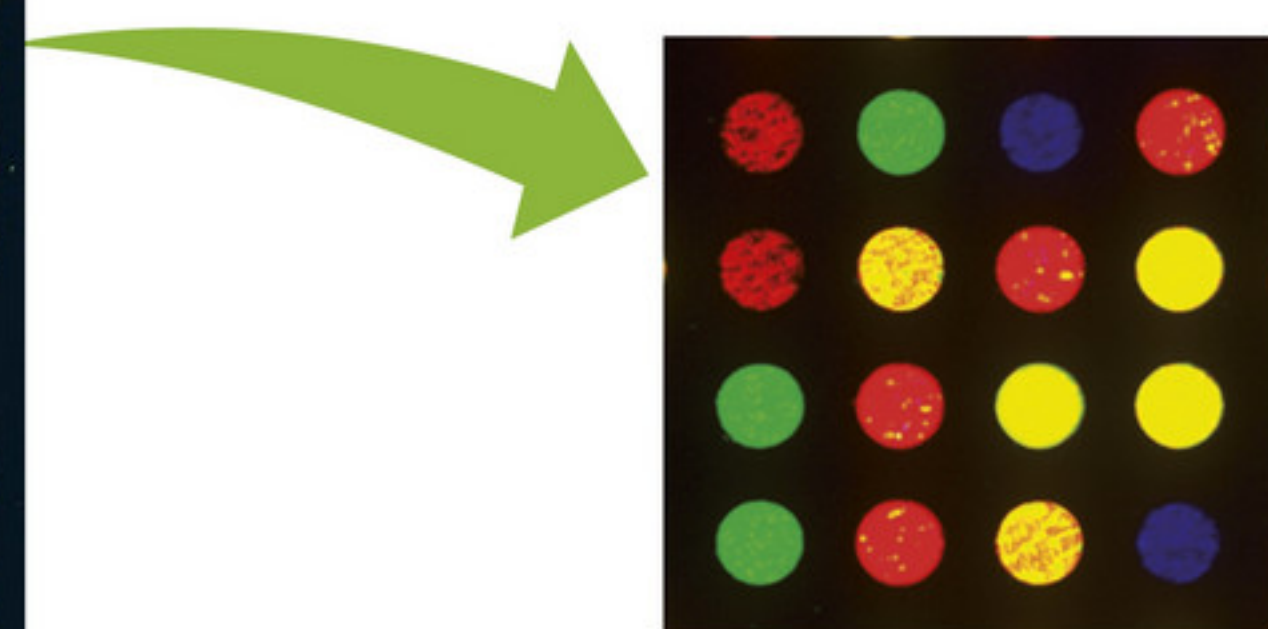
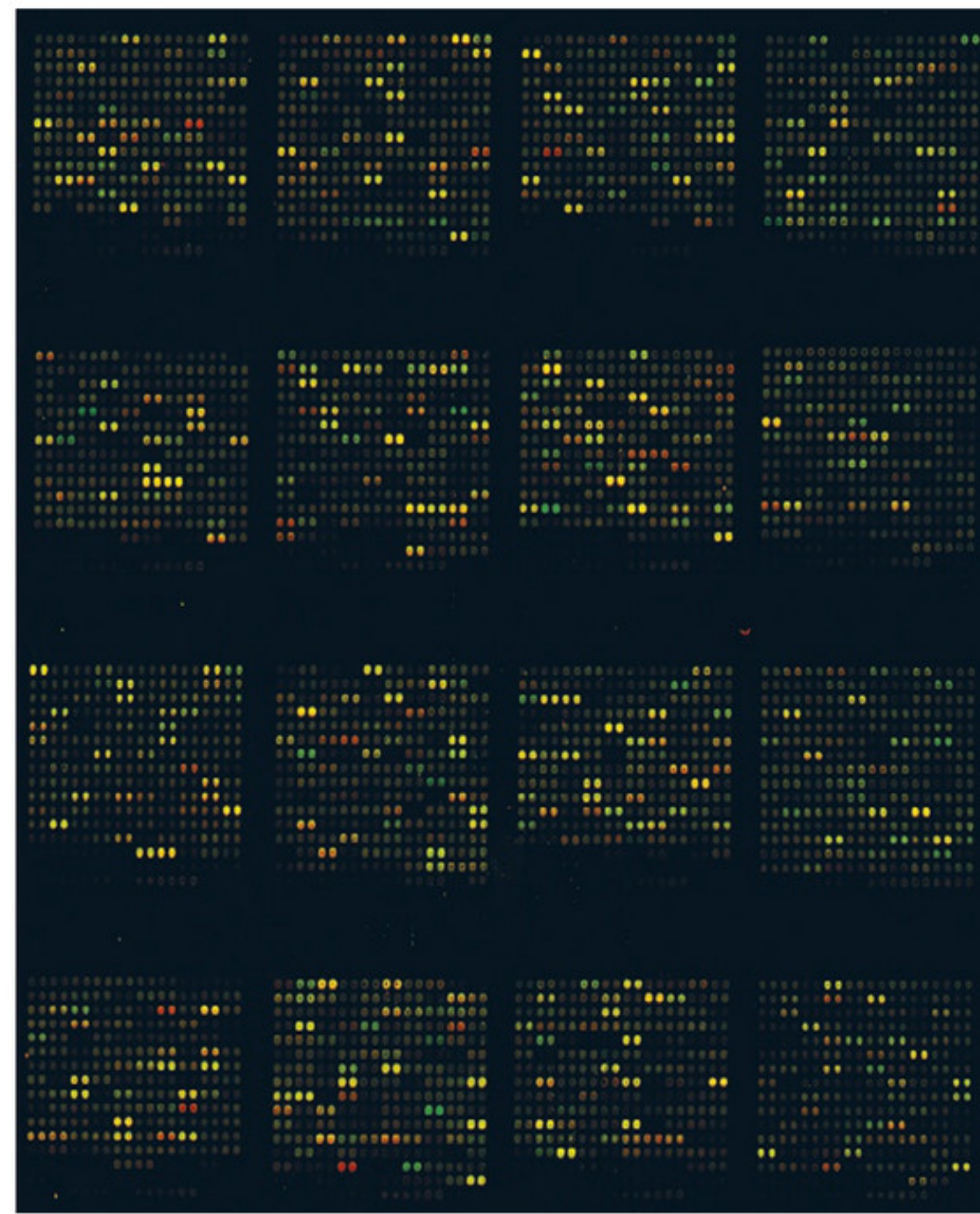
hond 1:
Afghaanse
windhond
mannetje



GENOMICS

Genomics (Nederlands: genomica) is de studie van het gehele DNA van een organisme (of een groot deel ervan) met alle genen die daarop liggen. Genomics wordt bijvoorbeeld gebruikt in kankeronderzoek. In afbeelding 29 heb je gelezen dat Martijn veel genen tegelijkertijd met elkaar vergelijkt bij kankeronderzoek. Onderzoekers bestuderen bij kankeronderzoek ook de activiteit van veel genen tegelijkertijd. De onderzoeker vergelijkt dan de activiteit van genen in gezond weefsel en tumorweefsel met elkaar. Met een speciale techniek is zichtbaar welke genen *aan* staan en welke genen *uit* staan in tumorweefsel en gezond weefsel (zie afbeelding 64). In de veeteelt wordt met behulp van genomics geselecteerd op gunstige genotypen van fokstieren (zie afbeelding 65).

► **Afb. 64** Genomics bij kankeronderzoek.



Legenda:

- het gen staat in beide weefsels uit
- het gen staat alleen in gezond weefsel aan
- het gen staat alleen in tumorweefsel aan
- het gen staat in beide weefsels aan

1 elke gekleurde stip geeft van één gen aan of dit gen aan of uit staat in tumorcellen en in gezonde cellen van een patiënt

2 detail onder een microscoop

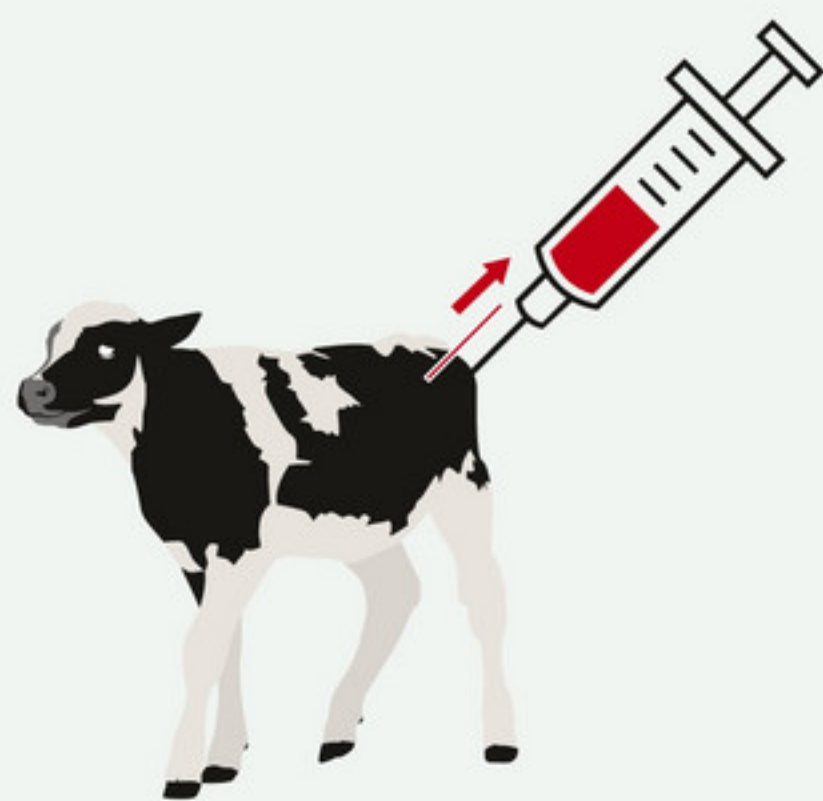
▼ Afb. 65

Genomicsselectie in de veeteelt

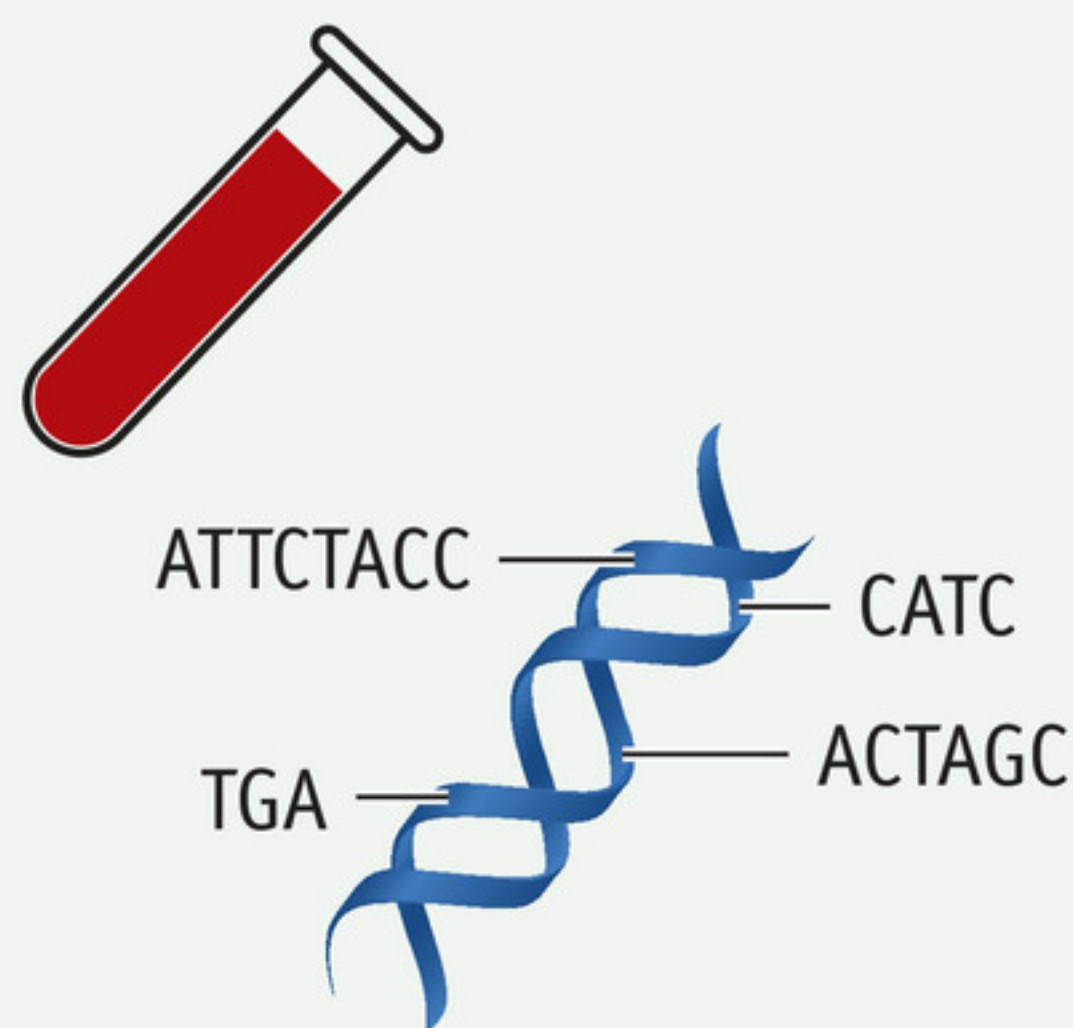
Tot voor kort kon pas na ruim vijf jaar bepaald worden of een stier een topstier was met goede eigenschappen bij het nageslacht. Op de oude manier moest je dat maar afwachten. Je kon immers pas na vijf jaar bij voldoende nakomelingen goed zien of de nakomelingen van de stier ook echt die goede eigenschappen hadden, zoals een hoge melkopbrengst per jaar. Het kon ook mislukken.

Met genomicsselectie bij fokstieren gaat dat een stuk sneller. Inmiddels is van heel veel allelen bepaald

welke voorspellende waarde ze hebben bij het nageslacht. Een bepaald allel heeft bijvoorbeeld een voorspellende waarde van twintig kilogram hogere melkopbrengst per jaar. Nu blijkt dat de melkopbrengst door heel veel genen wordt bepaald. Met DNA-testen kan snel bij heel veel stierkalven bepaald worden welke stier de beste combinatie van allelen heeft voor een hoge melkopbrengst bij het nageslacht. Deze genomics-topstier kan dan al op de leeftijd van twaalf maanden, als de stier geslachtsrijp is, ingezet worden als fokstier.



1 van een serie kalveren met verwacht gunstig genotype wordt bloed afgenomen



2 van elk kalf wordt de voorspellende waarde bij het nageslacht van een serie allelen bepaald door DNA-onderzoek



3 kalfjes met het meest gunstige genotype worden geselecteerd als fokstier met behulp van software

DNA-TESTEN

DNA-testen zijn steeds goedkoper, sneller en nauwkeuriger geworden. Daardoor spelen DNA-testen nu bijvoorbeeld een belangrijkere rol bij de misdaadbestrijding. Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloedsporen worden aangetroffen, kan het DNA uit de cellen hiervan worden onderzocht. In afbeelding 66 zie je hoe dat werkt. Op deze manier kan uit een groep verdachten de werkelijke dader worden ontmaskerd. DNA-testen kunnen op veel gebieden worden ingezet, bijvoorbeeld om fraude met vlees op te sporen (zie afbeelding 67). Bij DNA-testen kan genomics worden gebruikt. Met DNA-testen kunnen ook erfelijke ziekten worden opgespoord. Verder kan door DNA-testen evolutionaire verwantschap tussen soorten worden aangetoond of een nieuwe soort ontdekt worden. In afbeelding 10 heb je gelezen dat met DNA-verwantschapsonderzoek onderzocht kan worden of een man de biologische vader is van een bepaald kind.

▼ Afb. 66

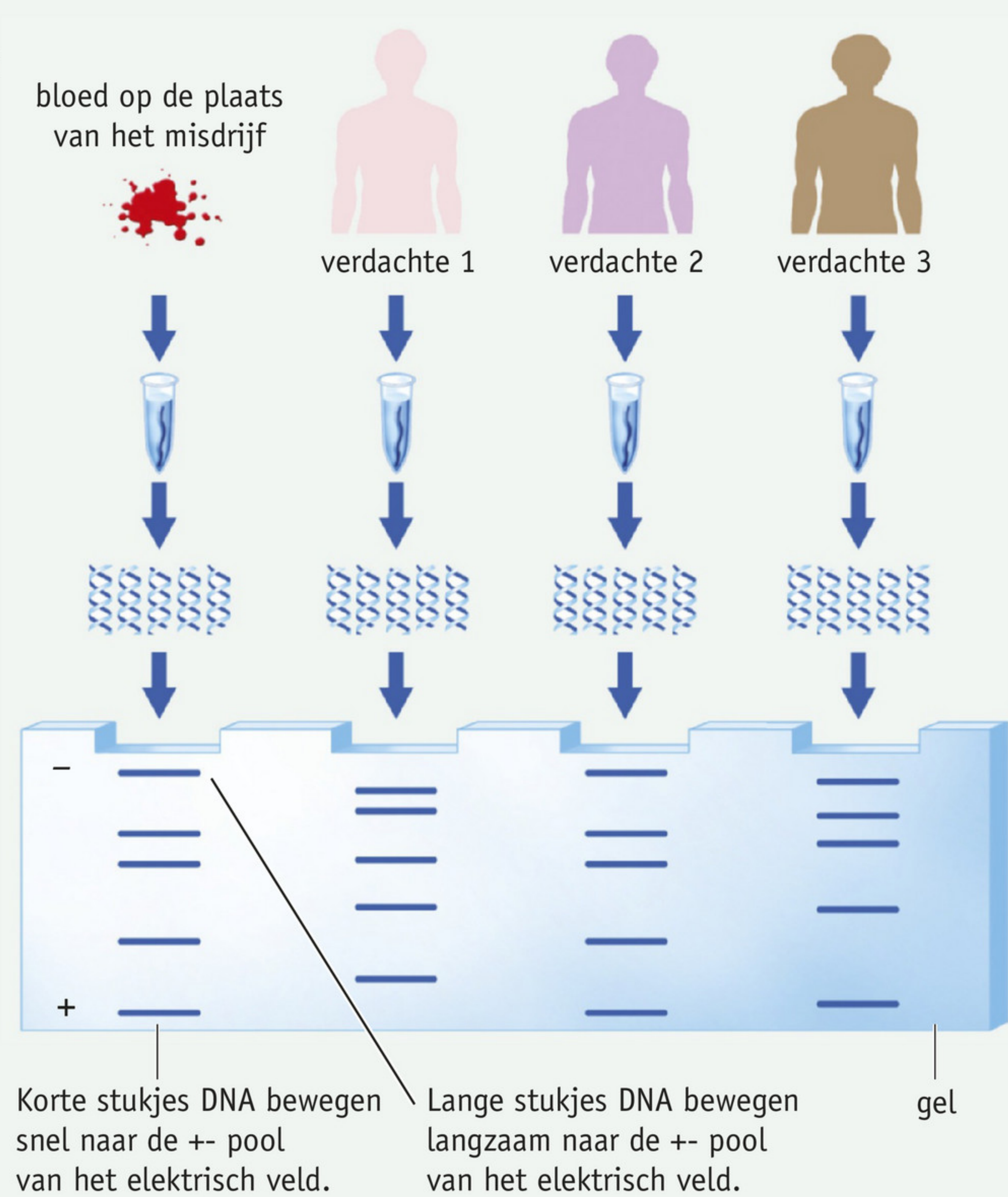
Discokiller loopt tegen de lamp dankzij DNA-test

Tegen een 52-jarige man is levenslange gevangenisstraf geëist. Hij wordt verdacht van de moord op vijf vrouwen in de jaren tachtig. De verdachte kreeg de bijnaam ‘discokiller’ omdat hij slachtoffers oppikte die stonden te liften na een discobezoek. De man liep na achttien jaar tegen de lamp door een DNA-test, die hij moest ondergaan na een inbraak. Het DNA van de 52-jarige man bleek overeen te komen met DNA-sporen die in de jaren tachtig waren gevonden op de plaats van de moorden.

DNA wordt uit lichaamscellen gehaald.

Het DNA wordt door enzymen in stukjes geknipt. Elk mens heeft zo een unieke verzameling korte en lange stukjes DNA.

De stukjes DNA worden in een gel met een elektrisch veld gebracht. Bij ieder mens ontstaat na een tijdje een uniek bandenpatroon.



▼ Afb. 67

Fraude met paardenvlees ontdekt door DNA-test

Met een DNA-test is het mogelijk de herkomst van vlees te achterhalen en zo eventuele fraude op te sporen. Bijvoorbeeld fraude waarbij goedkoper paardenvlees wordt verkocht als duurder rundvlees. De afbeelding toont de DNA-volgorde van de mens en

dezelfde DNA-volgorde bij vier dieren die veel gegeten worden. Een punt in de afbeelding geeft aan dat op die plaats dezelfde bouwsteen (C, G, A of T) zit als bij de mens. Deze DNA-volgorde kan gebruikt worden om de herkomst van vlees te achterhalen.

MENS	TTCGGCTCACTCCTTGGCGCCTGCCTGATCCTCCAAATCACCACAGGACTATTCCTAGCCATG
RUND	T.....G..AAT.....A.....A.....T.....C.....A..A
VARKEN	T.....A...AT.....A...T.G.....TA.....C..G.....A..A
PAARD	A..AAT.....A.....TTA.....C.....T.....A
KIP	A..A.GA.T.....C..GAC.....T...C..C...C.A.....

9 Dominante en recessieve allelen

Je hebt geleerd dat een allelenpaar twee gelijke allelen of twee ongelijke allelen kan bevatten voor een bepaalde erfelijke eigenschap. In afbeelding 15 heb je al gezien dat mensen een gelijk allelenpaar kunnen bezitten voor de haarvorm. Bijvoorbeeld twee allelen voor steil haar of twee allelen voor krullend haar. Een organisme met een gelijk allelenpaar voor een bepaalde eigenschap noem je **homozygoot** voor deze eigenschap (homo = gelijk). Iemand kan ook een ongelijk allelenpaar bezitten voor een bepaalde eigenschap. Bijvoorbeeld een ongelijk allelenpaar voor de haarvorm: een allel voor krullend haar en een allel voor steil haar. Een organisme met een ongelijk allelenpaar voor een bepaalde eigenschap noem je **heterozygoot** voor deze eigenschap (hetero = ongelijk). Mensen kunnen dus homozygoot of heterozygoot zijn voor de haarvorm (zie afbeelding 68).

▼ Afb. 68



1 homozygoot voor steil haar



2 homozygoot voor krullend haar



3 heterozygoot voor de haarvorm

Legenda:

-  allel voor steil haar
-  allel voor krullend haar

Personen die heterozygoot zijn voor de haarvorm bezitten zowel het allel voor steil haar als het allel voor krullend haar. Deze personen blijken krullend haar te hebben. Slechts één van beide allelen komt tot uiting in het fenotype. We noemen dit allel het **dominante allel**. Het andere allel noemen we het **recessieve allel**. Dit allel komt niet tot uiting in het fenotype als in het andere chromosoom van het chromosomenpaar een dominant allel aanwezig is. Het dominante allel is als het ware 'sterker' dan het recessieve allel.

De vachtkleur bij runderen kan rood of zwart zijn (zie afbeelding 69). Als bekend is dat de zwarte stier heterozygoot is voor de vachtkleur, weet je dat het allel voor een zwarte vachtkleur dominant is. De stier heeft immers het zwarte en het rode allel voor de vachtkleur, maar het fenotype is een zwarte vachtkleur. Alleen het allel voor de zwarte vachtkleur komt tot uiting in het fenotype, dus het zwarte allel is dominant.

Hieruit kun je nu ook afleiden dat de rode stier homozygoot is voor de vachtkleur, want als de rode stier één dominant zwart allel zou hebben, zou de stier zwart zijn. Ook als alleen bekend is dat de rode vachtkleur recessief is, weet je dat de rode stier homozygoot is voor de vachtkleur. Bij de zwarte stier weet je dit niet, deze kan homozygoot of heterozygoot zijn voor de vachtkleur.

WB OPDRACHT 29 BLZ. 35

► Afb. 69



1 homozygoot of heterozygoot zwartharig?



2 homozygoot roodharig

GENSYMBOLLEN

Allelen geef je aan met letters. Voor één erfelijke eigenschap gebruik je één letter. Een dominant allel wordt aangegeven met een hoofdletter, een recessief allel met een kleine letter.

Bijvoorbeeld: een persoon die homozygoot is voor krullend haar (dominant) geef je aan met AA, een persoon die homozygoot is voor steil haar (recessief) met aa en een persoon die heterozygoot is voor de haarvorm met Aa. Je kunt ook een andere letter gebruiken, bijvoorbeeld BB, bb en Bb. Het beste is steeds letters te gebruiken waarvan de hoofdletter en de kleine letter duidelijk van vorm verschillen (dus bijvoorbeeld niet de P en de p, maar wel de R en de r).

WB OPDRACHT 30 BLZ. 36

10

Erfelijkheidsonderzoek

▼ Afb. 70 Controle van de borsten.



▼ Afb. 71 Echoscopie.



1 een echo maken



2 2D-echo



3 3D-echo

Van veel erfelijke eigenschappen is precies bekend op welke chromosomen de genen voor deze eigenschappen liggen. Dit geldt ook voor bepaalde allelen die erfelijke ziekten veroorzaken. Een erfelijkheidsonderzoeker kan daardoor met behulp van speciale technieken aan de chromosomen van iemand zien of deze persoon het allel bezit voor zo'n erfelijke ziekte.

Bij een vrouw kan bijvoorbeeld op een van de chromosomen een allel liggen dat een erfelijke vorm van borstkanker veroorzaakt. Die vrouw heeft dan een kans van 80 tot 90% om borst- of eierstokkanker te krijgen. Veel vrouwen bij wie dit allel is ontdekt, kiezen ervoor hun borsten te laten **amputeren** (weghalen). Zo kunnen ze borstkanker voorkomen. Andere vrouwen kiezen ervoor hun borsten regelmatig grondig te laten controleren (zie afbeelding 70). Een beginnend gezwel kan dan sneller worden ontdekt. Overigens zijn de meeste vormen van borstkanker niet erfelijk.

GENETISCH ADVIES

Als bij iemand een allel voor een erfelijke ziekte wordt ontdekt, hoeft hij de ziekte zelf niet te hebben. Hij is dan **drager** van dit allel. Een drager is zelf niet ziek, maar kan dit allel wel doorgeven aan zijn kinderen.

Iemand bij wie in de familie een erfelijke ziekte voorkomt, heeft kans dat hij drager is van het allel dat deze ziekte veroorzaakt. Hij behoort dan tot een **risicogroep**. Als zijn partner ook drager is, is de kans aanwezig dat een of meer kinderen de erfelijke ziekte krijgen. Daarom doen mensen die behoren tot een risicogroep er verstandig aan een **genetisch advies** in te winnen. Een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt dan hoe groot de kans is dat er kinderen worden geboren met een erfelijke ziekte of afwijking. De man en vrouw kunnen aan de hand van het genetisch advies beslissen over een eventuele zwangerschap. Ook als de vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad, is het verstandig een genetisch advies in te winnen.

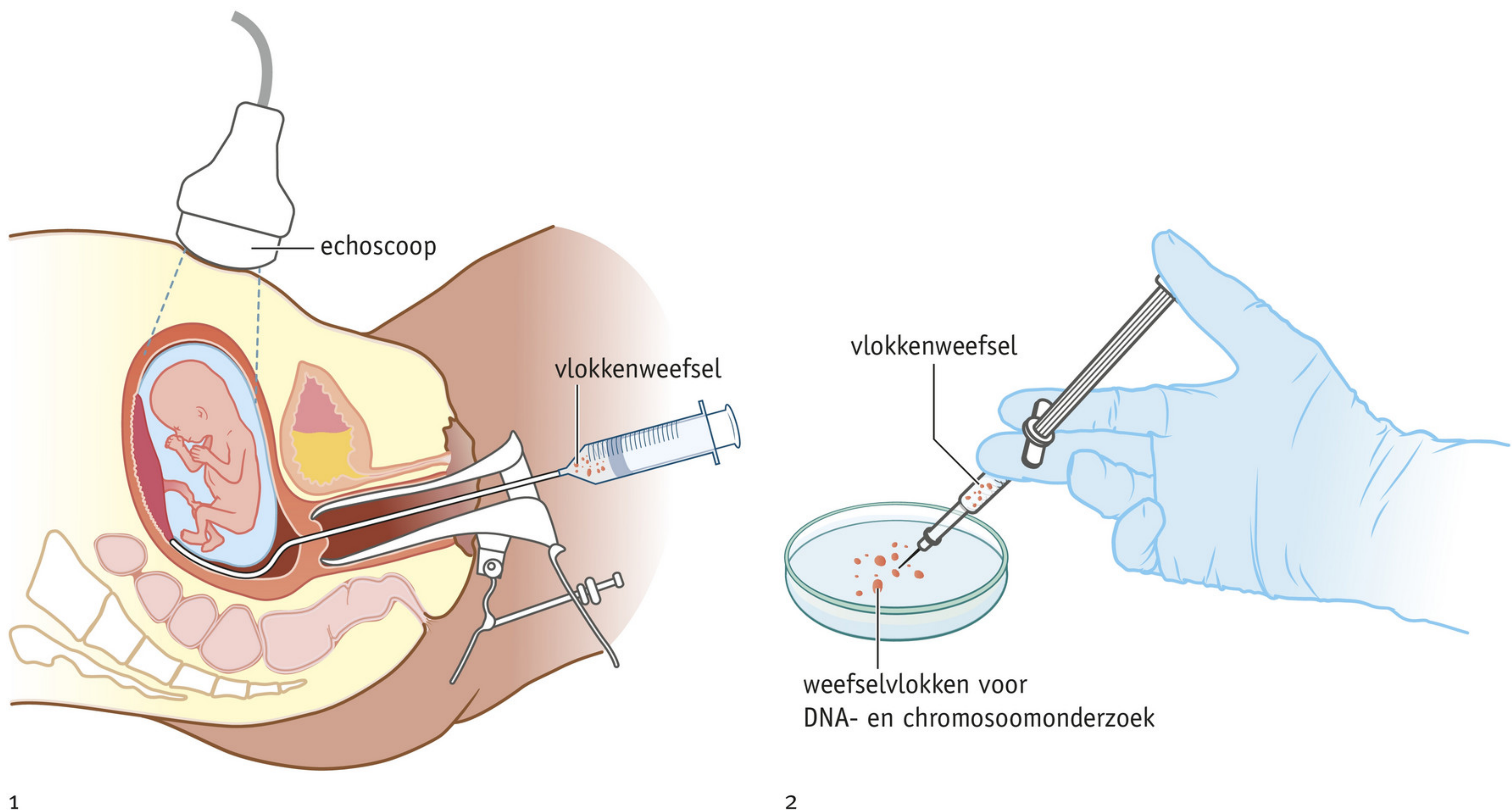
WB OPDRACHT 31 BLZ. 37**PRENATAAL ONDERZOEK**

Ook bij embryo's en foetussen wordt erfelijkheidsonderzoek verricht. Dit wordt gedaan om al voor de geboorte van een kind eventuele ziekten of afwijkingen vast te stellen. Dit onderzoek kan onder andere plaatsvinden door echoscopie, door een vlokkentest of door een vruchtwaterpunctie. Deze vormen van onderzoek worden **prenataal onderzoek** genoemd. Prenataal betekent vóór de geboorte.

Bij **echoscopie** worden de groei en de ligging van het embryo of de foetus gecontroleerd met behulp van een **echoscoop** (zie afbeelding 71.1). Dit apparaat zendt heel hoge geluidstrillingen uit die door weefsels en organen in verschillende mate worden teruggekaatst. De teruggekaatste trillingen worden zichtbaar gemaakt op een scherm (zie afbeelding 71.2). Eventuele afwijkingen in de embryonale ontwikkeling kunnen zo worden opgespoord. Echoscopie kan al vanaf de zesde week van de zwangerschap worden toegepast. Pas als de voortplantingsorganen tot ontwikkeling zijn gekomen, kan worden vastgesteld of de foetus een jongetje of een meisje is. Het is ook mogelijk een 3D-echoscopie of een video van de foetus te maken (zie afbeelding 71.3).

Vanaf de achtste week van de zwangerschap kan een **vlokkentest** worden gedaan. Bij dit onderzoek wordt een klein beetje weefsel uit de placenta gehaald (zie afbeelding 72). Dit weefsel bevat cellen die afkomstig zijn van het embryo. Door de chromosomen in deze cellen te bestuderen kunnen eventuele afwijkingen in de chromosomen worden opgespoord. Er vindt ook DNA-onderzoek plaats. Een voorbeeld van zo'n afwijking is het **syndroom van Down** (zie afbeelding 73). In verrijkingstof 3 leer je meer over deze chromosoomafwijking. Bij een vlokkentest kan aan de hand van de chromosomen ook worden vastgesteld of het embryo een jongetje of een meisje wordt. Dit is al mogelijk voordat de voortplantingsorganen tot ontwikkeling komen.

▼ **Afb. 72** Erfelijkheidsonderzoek door een vlokkentest.



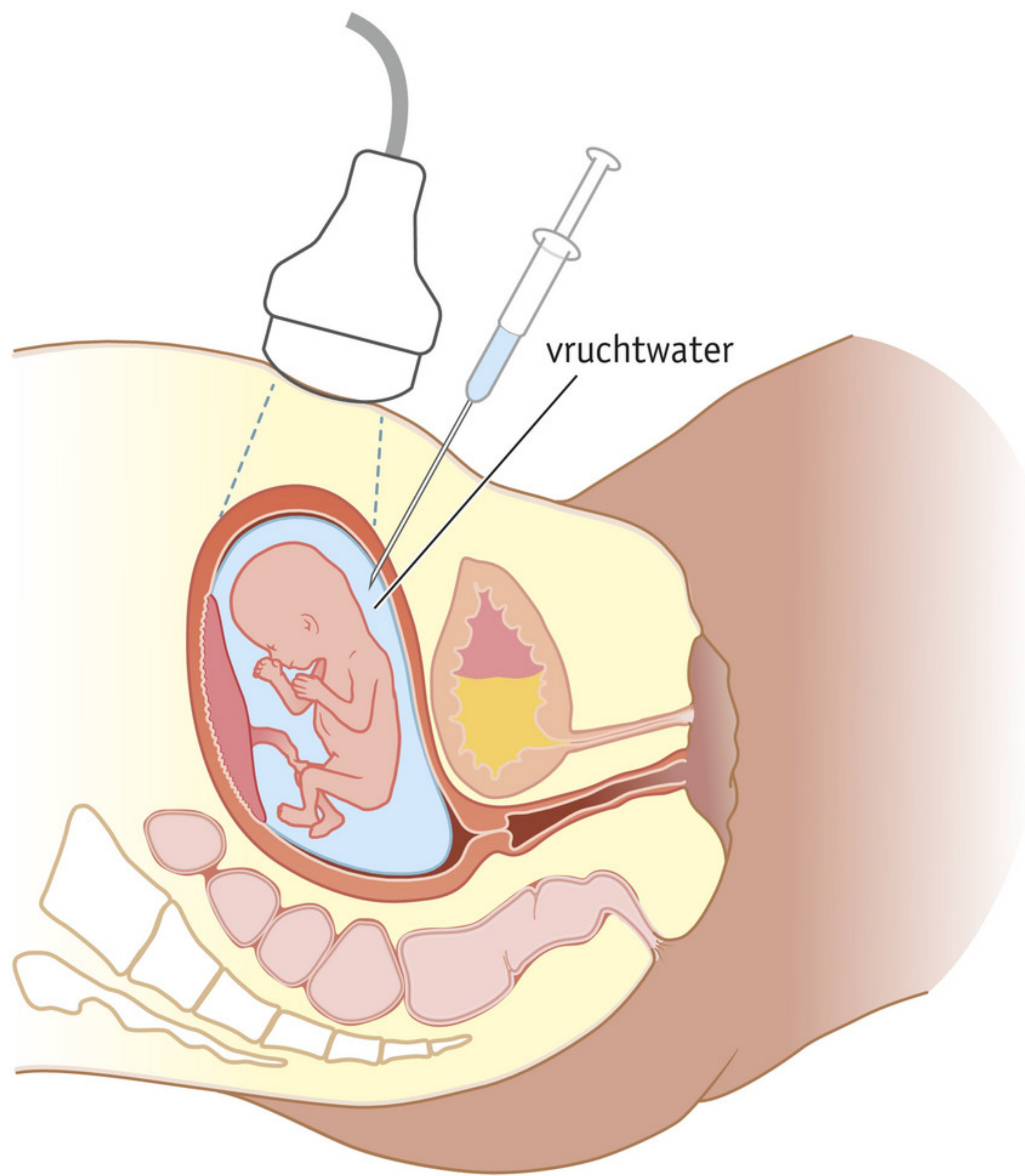
▼ **Afb. 73** Meisje met syndroom van Down.



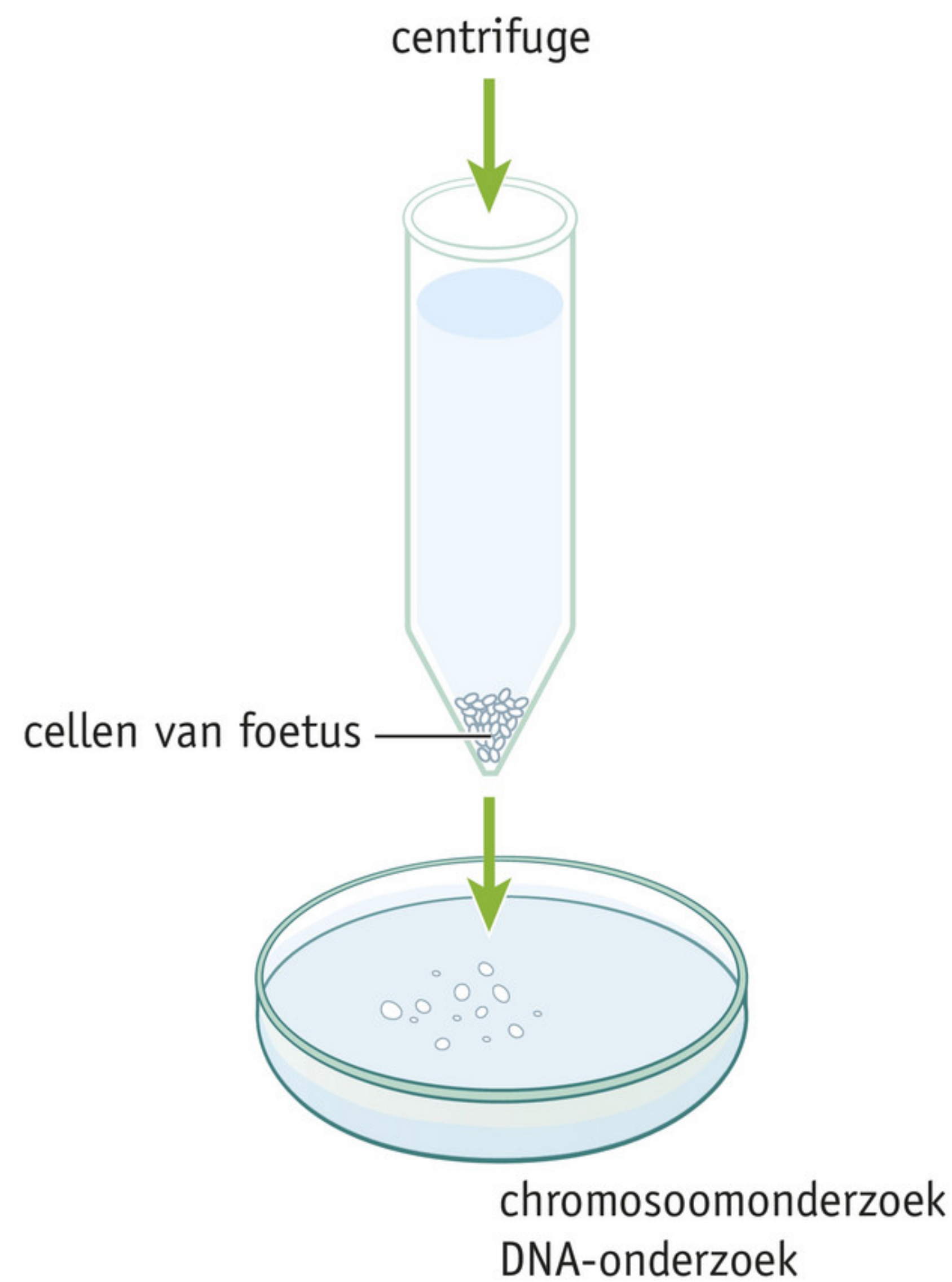
Bij een **vruchtwaterpunctie** wordt via de buikwand en de wand van de baarmoeder wat vruchtwater opgezogen (zie afbeelding 74). In dit vruchtwater bevinden zich cellen van de foetus. Deze cellen worden gebruikt voor chromosoomonderzoek en DNA-onderzoek. Vruchtwaterpunctie kan worden uitgevoerd vanaf de zestiende week van de zwangerschap.

Het uitvoeren van een vlokkentest of vruchtwaterpunctie is niet helemaal zonder gevaar. Zo'n onderzoek maakt de kans op een miskraam iets groter. Daarom wordt zo'n onderzoek alleen uitgevoerd als er een verhoogd risico bestaat dat een kind wordt geboren met een ernstige ziekte of afwijking. Van een verhoogd risico is sprake als de vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad of als er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt. Ook als een vrouw 36 jaar of ouder is, is er een verhoogde kans op het krijgen van een kind met een afwijking (zie afbeelding 75).

▼ **Afb. 74** Erfelijkheidsonderzoek door een vruchtwaterpunctie.



1

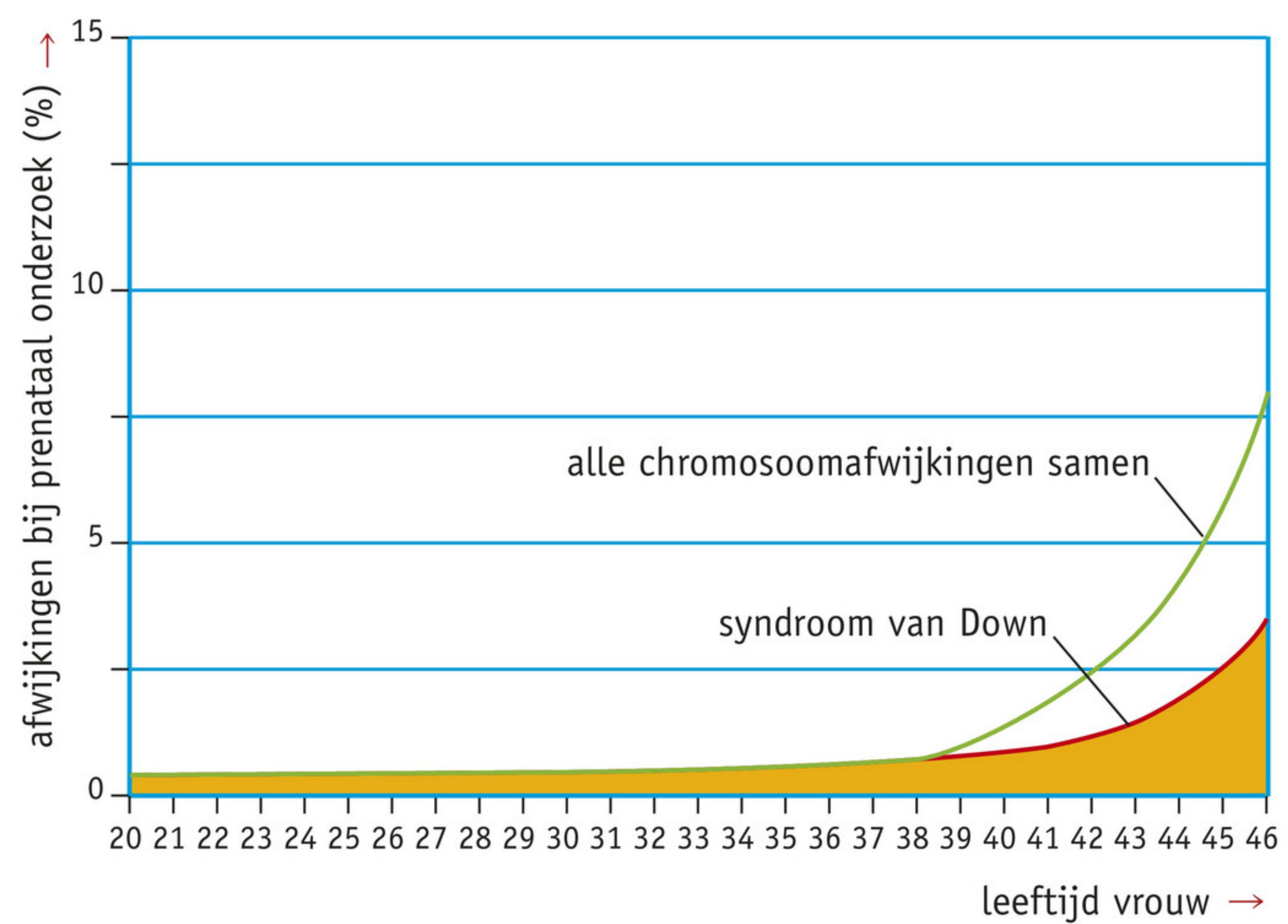


2

Soms blijkt dat het ongeboren kind een ernstige ziekte of afwijking heeft. De ouders kunnen dan in overleg met de arts en andere hulpverleners beslissen of ze een **abortus** willen laten uitvoeren.

WB OPDRACHT 32 BLZ. 37

► **Afb. 75** Hoe ouder de moeder is, hoe groter de kans is op een kind met een afwijking.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet de kenmerken van chromosomen kunnen noemen.

- Chromosomen zijn dunne 'draden' in elke celkern.
 - In deze draden komt de stof DNA voor.
 - DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen.
 - Elke celkern bevat de complete informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.
- Elke soort organisme heeft een vast aantal chromosomen in elke celkern.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 46 chromosomen.
- In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
 - De twee chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.
- In geslachtscellen komen de chromosomen enkelvoudig voor.
 - Bij een mens bevat de kern van elke geslachtscel 23 chromosomen.

DOELSTELLING 2

Je moet kunnen omschrijven wat genotype, fenotype, gen en eiwitten zijn.

- Genotype: de informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme.
 - Deze informatie ligt in de chromosomen in de kern van elke lichaamscel.
 - Alle genen in een celkern samen vormen het genotype.
 - Het genotype van een organisme komt tot stand op het moment van bevruchting.
- Fenotype: het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van een organisme.
 - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.
- Gen: een deel van een chromosoom dat de informatie bevat voor één erfelijke eigenschap.
 - DNA-volgorde van een gen: de bouwstenen van het DNA (A, C, G, T) staan achter elkaar in specifieke volgorde.
 - Hierdoor ontstaat een code met de informatie voor het maken van een specifiek eiwit.

- Door eiwitten wordt het fenotype zichtbaar. Door spiereiwitten worden bijvoorbeeld eigenschappen van spieren zichtbaar in het fenotype.
- Genen kunnen aan staan (tot uiting komen). Genen kunnen ook uit staan.
 - Dit hangt samen met de functie van een cel.
 - Bijvoorbeeld: in levercellen staan de genen voor galproductie aan. In huidcellen staan deze genen uit.

DOELSTELLING 3

Je moet de kenmerken van geslachtelijke voortplanting kunnen noemen.

- Allel: één van de genen van een genenpaar (allelenpaar).
- In lichaamscellen bevatten de twee allelen van een allelenpaar informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap.
 - Deze informatie kan gelijk of ongelijk zijn.
 - Bijvoorbeeld: het allelenpaar voor de haarvorm kan informatie bevatten voor steil haar en/of voor krullend haar.
- Bij de vorming van geslachtscellen komt van elk allelenpaar één allel in een geslachtscel terecht.
 - Dit gebeurt willekeurig waardoor bij geslachtscellen veel verschillende genotypen voorkomen.
- Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen.
 - Welk genotype deze geslachtscellen hebben, is afhankelijk van het toeval.
 - Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan nieuwe genotypen in de nakomelingen (variatie in genotypen).

DOELSTELLING 4

Je moet kunnen beschrijven hoe een twee-eiige tweeling en hoe een eeneiige tweeling ontstaat.

- Een twee-eiige tweeling ontstaat als twee eicellen worden bevrucht.
 - Bij de bevruchting zijn twee zaadcellen betrokken.
 - Een twee-eiige tweeling kan van hetzelfde geslacht zijn, maar kan ook van verschillend geslacht zijn.

- Een eeneiige tweeling ontstaat uit één bevruchte eikel.
 - Bij de bevruchting is één zaadcel betrokken.
 - Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eikel laten cellen van elkaar los.
 - Een eeneiige tweeling is altijd van hetzelfde geslacht.

DOELSTELLING 5

Je moet kunnen omschrijven wat een mutatie is. Ook moet je kunnen beschrijven hoe kanker ontstaat.

- Mutatie: een plotselinge verandering van het genotype.
 - Mutant: een organisme waarbij een mutatie in het fenotype zichtbaar is.
 - Door mutaties ontstaat variatie in genotypen.
- Als een mutatie optreedt in een lichaamscel heeft dit meestal geen gevolgen.
 - Het genotype van de andere lichaamscellen blijft ongewijzigd.
- Als een mutatie optreedt in een geslachtscel kan dit wel een grote uitwerking hebben.
 - Deze geslachtscel is betrokken bij bevruchting. Elke lichaamscel van de nakomeling bevat dan het gemuteerde gen.
- Mutaties komen vaker voor bij blootstelling aan mutagene invloeden:
 - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling in zonlicht);
 - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest).
- Ontstaan van kanker: ergens in het lichaam gaat een cel zich ongeremd delen.
 - Oorzaak: waarschijnlijk door opgetreden mutaties in deze cel.
 - Er ontstaat een gezwel (tumor) en de bouw van het weefsel wordt verstoord.
 - In dit stadium is genezing vaak nog mogelijk.
- Uitzaaiing: cellen van het eerste gezwel komen in het bloed of in de lymfe terecht.
 - Deze cellen veroorzaken in andere organen nieuwe gezwellen.
 - Door uitzaaiing wordt genezing heel moeilijk.

DOELSTELLING 6

Je moet kunnen beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
 - De evolutietheorie gaat uit van variatie in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.
- In de natuur treffen we voortdurend nieuwe genotypen (en fenotypen) aan.
 - Variatie in genotypen ontstaat door geslachtelijke voortplanting en mutaties.
- Natuurlijke selectie.
 - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans.
 - Van organismen met een gunstig genotype zullen veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten.
 - Soorten veranderen als door natuurlijke selectie organismen met een nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan en organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven.
- Het ontstaan van nieuwe soorten door isolatie.
 - Een groep organismen van één soort raakt geïsoleerd (gescheiden) van de rest van de soort.
 - Beide groepen ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
 - Na verloop van miljoenen jaren zijn er zoveel verschillen ontstaan dat organismen van de twee groepen zich niet meer onderling kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

DOELSTELLING 7

Je moet kunnen omschrijven wat fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten.
 - Fossielen ontstaan als resten van organismen van de lucht worden afgesloten door een laag zand of klei. Hierdoor vergaan de resten niet.
 - Harde delen van organismen fossiliseren beter dan zachte delen.
 - Uit fossielen van delen van organismen wordt soms een reconstructie gemaakt van het hele organisme.
 - Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

DOELSTELLING 8

Je moet kunnen omschrijven wat overeenkomsten bij verschillende soorten organismen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Overeenkomst in DNA, eiwit en fenotype.
 - Hoe meer DNA, eiwit en fenotype van twee soorten overeenkomen, hoe aannemelijker het is dat deze soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.
 - Door aanpassing aan het milieu zijn de verschillen in genotypen en fenotypen ontstaan.
- Overeenkomst in fenotypen.
 - Overeenkomst in bouw. Organen met verschillende functie kunnen veel overeenkomst in bouw vertonen. Voorbeelden: de vleugel van een vleermuis, de voorvin van een walvis, de voorpoot van een mol en de arm van een mens.
 - Overeenkomst in embryonale ontwikkeling. De embryonale ontwikkeling van verschillende soorten dieren vertoont overeenkomst.
 - Rudimentaire organen: organen die geen functie meer hebben en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen. Voorbeelden van rudimenten: het bekken bij een walvis, de pootresten bij een reuzenslang, de staartwervels en de blindedarm bij de mens. Bij verwante soorten komen deze organen wel tot volledige ontwikkeling.
- Overeenkomst in processen (bijv. celdeling).

DOELSTELLING 9

Je moet een geologische tijdschaal kunnen aflezen.

- In een geologische tijdschaal is de tijd sinds het ontstaan van de aarde weergegeven.
 - Een geologische tijdschaal is verdeeld in tijdperken.
 - Elk tijdperk is onderverdeeld in perioden.
- In een geologische tijdschaal geven getallen de tijd aan in miljoenen jaren geleden.

DOELSTELLING 10

Je moet een stamboom van organismen kunnen aflezen.

- Soorten vertonen verwantschap als ze een gemeenschappelijke voorouder bezitten.
 - Hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder van twee soorten leefde, hoe minder ze verwant zijn.

- Uit een stamboom van organismen is af te lezen:
 - waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld;
 - welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen.

DOELSTELLING 11

Je moet voorbeelden van toepassingen van biotechnologie kunnen noemen.

- Biotechnologie: een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
 - Biotechnologie wordt toegepast bij de productie van voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen en enzymen.
- Voorbeelden van biotechnologie waarbij de erfelijke eigenschappen van organismen niet worden veranderd:
 - gisten worden gebruikt bij de productie van brood, bier en wijn;
 - bacteriën worden gebruikt bij de productie van yoghurt en zuurkool.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen.
- Recombinant-DNA-technieken: in het DNA van een organisme wordt nieuwe erfelijke informatie aangebracht (bijvoorbeeld DNA afkomstig van een ander soort organisme).
 - De veranderde organismen kunnen voor de mens nieuwe of goedkopere voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen of enzymen produceren.
 - Voorbeeld: bacteriën kunnen het hormoon insuline produceren, nadat het gen van de mens voor de productie van insuline is ingebracht in de bacteriën.
- Klonen: een kunstmatige wijze van reproductie van organismen waarbij de nakomelingen alle hetzelfde genotype hebben als het organisme dat gekloond wordt.
 - Klonen is een vorm van ongeslachtelijke voortplanting.
 - Klonen van dieren is mogelijk door bijvoorbeeld celkerntransplantatie.
 - Celkerntransplantatie: de celkern van een lichaamscel wordt getransplanteerd naar een eicel waaruit van tevoren de kern is weggehaald. Uit de eicel ontstaat een klompje cellen, dat in de baarmoeder van een draagmoeder wordt ingebracht en kan uitgroeien tot een nakomeling.

- Genomics: de studie van het gehele DNA van een organisme (of een groot deel ervan) met alle genen die daarop liggen.
 - In de veeteelt worden fokstierkalfjes met een gunstig genotype geselecteerd die dan direct op geslachtsrijpe leeftijd ingezet kunnen worden als fokstier.
- Misdaadbestrijding door DNA-onderzoek.
 - Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA.
 - Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloed worden aangetroffen, wordt het DNA hieruit onderzocht.
 - Dit DNA wordt vergeleken met het DNA van verdachte personen.

EXTRA DOELSTELLING 12

Je moet kunnen omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant en recessief betekent.

- Homozygoot: het allelenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee gelijke allelen.
- Heterozygoot: het allelenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee ongelijke allelen
- Dominant allel: een allel dat altijd tot uiting komt in het fenotype.
 - Een dominant allel wordt aangegeven met een hoofdletter.
 - Organismen waarbij een dominant allel tot uiting komt in het fenotype kunnen homozygoot of heterozygoot zijn voor deze eigenschap.
- Recessief allel: een allel dat alleen tot uiting komt in het fenotype als er geen dominant allel aanwezig is.
 - Een recessief allel wordt aangegeven met een kleine letter.
 - Organismen waarbij een recessief allel tot uiting komt in het fenotype zijn homozygoot voor deze eigenschap.

EXTRA DOELSTELLING 13

Je moet voorbeelden kunnen geven waarin het verstandig is een genetisch advies in te winnen. Ook moet je methoden van prenataal onderzoek kunnen beschrijven.

- Genetisch advies: een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt hoe groot de kans is dat er kinderen worden geboren met een erfelijke ziekte of afwijking.
 - Man en vrouw kunnen daarna beslissen over een eventuele zwangerschap.

- Een genetisch advies is verstandig voor iemand die tot een risicogroep behoort. Bijvoorbeeld als:
 - er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt;
 - een vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad.
- Prenataal onderzoek: voor de geboorte wordt onderzocht of een kind een ziekte of afwijking heeft.
 - Echoscopie: door middel van geluidsgolven wordt het embryo zichtbaar gemaakt op een scherm.
 - Vlokkentest: er wordt wat weefsel uit de placenta gehaald. De chromosomen en het DNA van cellen van het embryo worden onderzocht.
 - Vruchtwaterpunctie: er wordt wat vruchtwater met cellen van de foetus uit de baarmoeder gehaald. Hiervan worden de chromosomen en het DNA onderzocht.
- Bij een ernstige ziekte of afwijking kunnen de ouders abortus overwegen.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit krantenartikelen.
- Je hebt geoefend in het trekken van een conclusie uit een natuurwetenschappelijk onderzoek.
- Je hebt geoefend in het beargumenteren van je mening bij het schrijven van een betoog.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het schematisch weergeven van chromosomen en allelen in een cel.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een bio-informaticus. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

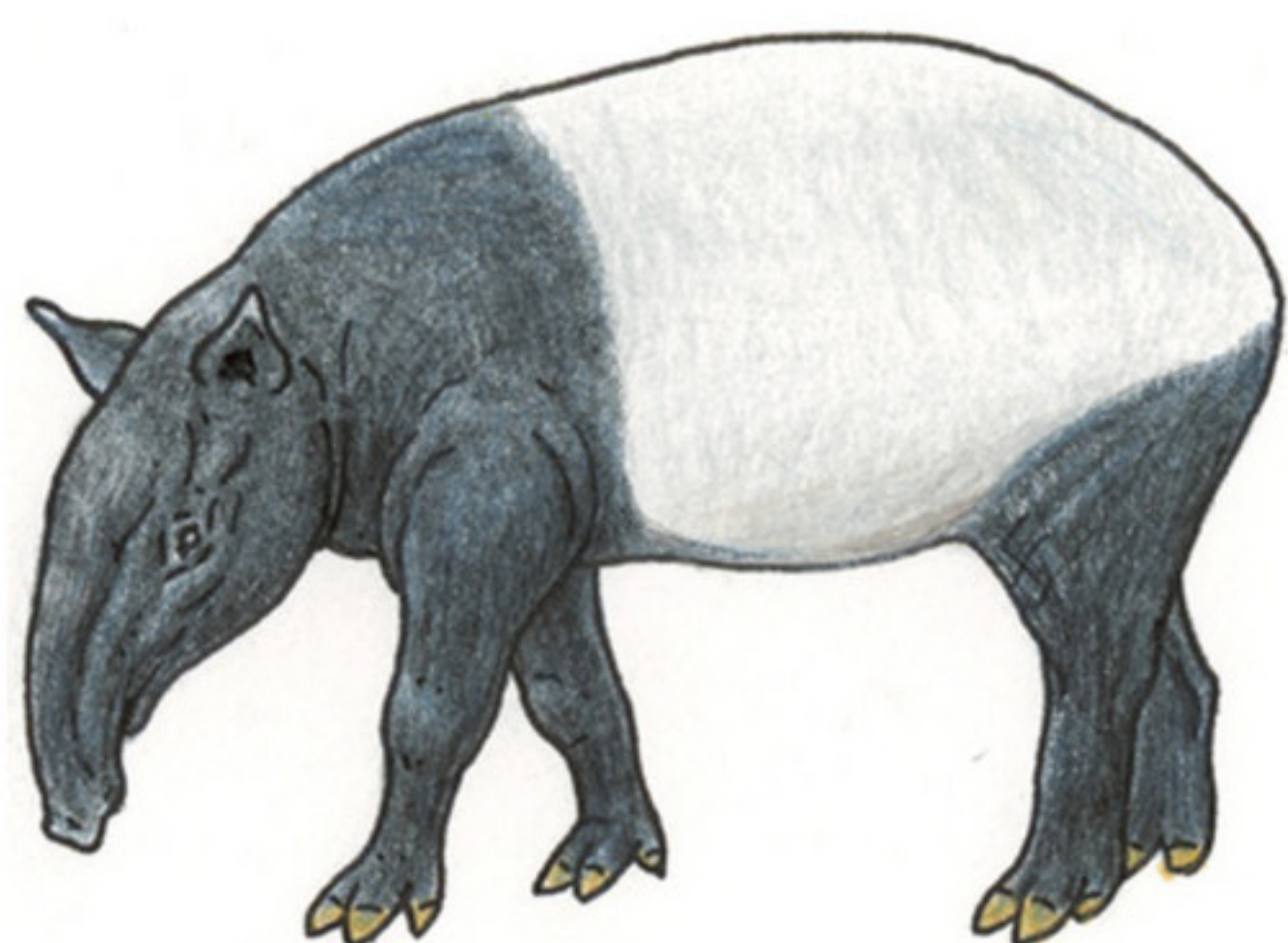
Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Welke stof in een celkern bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen?
- 2 Hoeveel chromosomen bevat een levercel van een mens?
- 3 Hoeveel chromosomen bevat een eikel van een mens?

In afbeelding 76 zie je de Maleisische tapir. De vorming van geslachtscellen verloopt op dezelfde wijze als bij de mens, alleen heeft de tapir 52 chromosomen in een lichaamscel.

- 4 Hoeveel chromosomen bevat een zaadcel van de Maleisische tapir?

▼ Afb. 76



DOELSTELLING 2

Beantwoord de volgende vragen.

Bij de mens bevat een bepaald gen de informatie voor het produceren van een enzym in speeksel.

- 1 Bevat een cel in je lever dit gen?
- 2 Staat dit gen aan in een cel van je maag?

Vraag 3 en 4 gaan over het dier van afbeelding 77.

- 3 Hebben de larve en het volwassen dier hetzelfde fenotype?
- 4 Hebben de larve en het volwassen dier hetzelfde genotype?

▼ Afb. 77 Hetzelfde individu op twee momenten.



- 1 larve van het lieveheersbeestje



- 2 dezelfde larve heeft nu het volwassen stadium bereikt

- 5 Bij mensen is de kleur van de iris een erfelijke eigenschap (zie afbeelding 78). Bij sommige mensen is de kleur van de iris bruin. De bruine kleur wordt veroorzaakt door het eiwit melanine. Hieronder staan drie stappen waarmee je dat kunt uitleggen.

Noteer de nummers van de stappen in de juiste volgorde.

- 1 Het fenotype bruine ogen wordt zichtbaar.
- 2 In cellen van het oog staat het gen met informatie voor het eiwit melanine aan.
- 3 Het eiwit melanine wordt gemaakt in de oogcellen.

▼ Afb. 78



DOELSTELLING 3

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De twee allelen van een allelenpaar bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap.
- 2 De informatie die is opgeslagen in de twee allelen van een allelenpaar is altijd gelijk.
- 3 Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan nieuwe genotypen in de nakomelingschap.
- 4 Alle zaadcellen van één man hebben hetzelfde genotype.
- 5 Na de bevruchting heeft een eicel hetzelfde genotype als vóór de bevruchting.

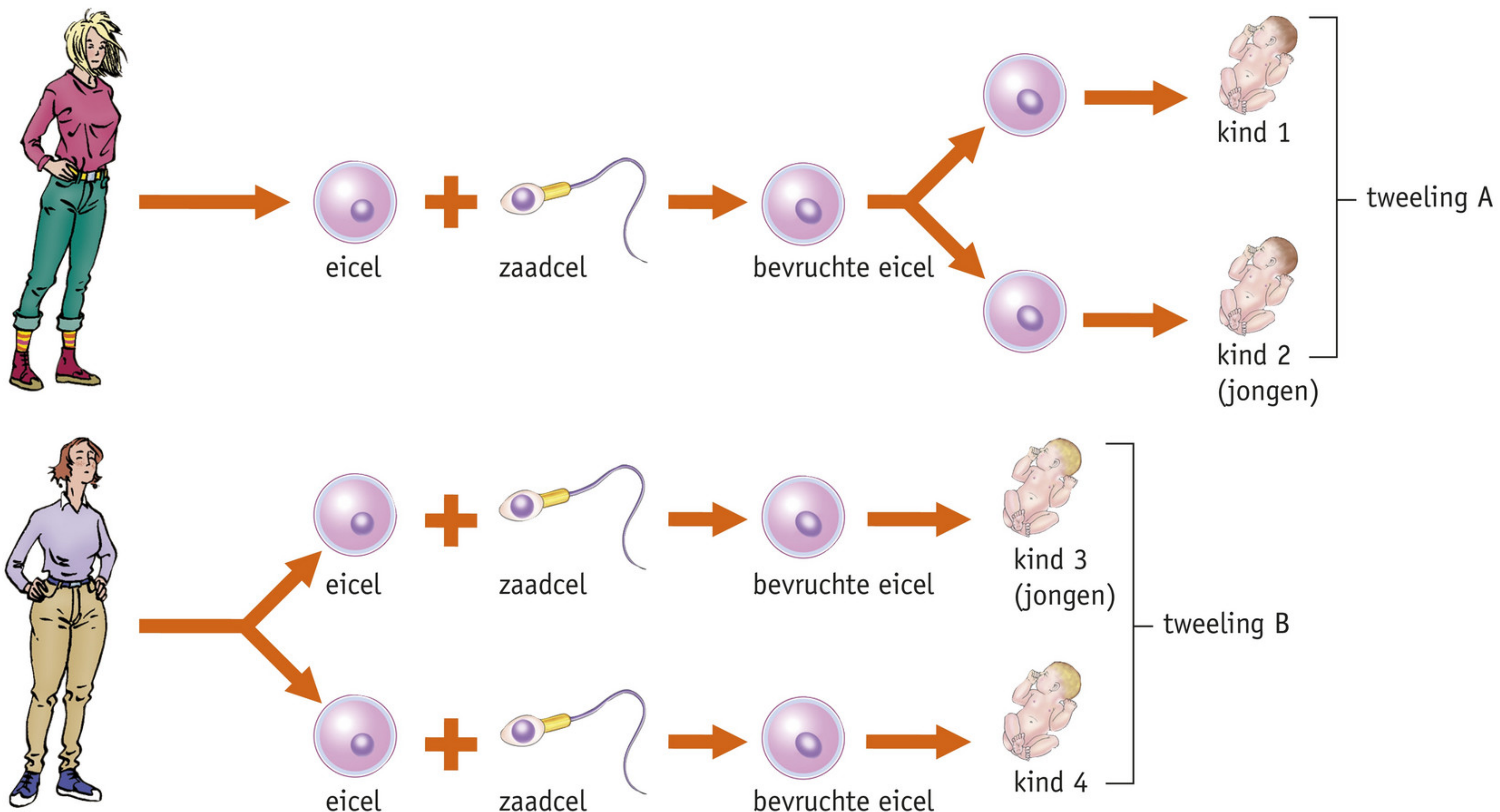
DOELSTELLING 4

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 79 is het ontstaan van twee tweelingen schematisch weergegeven. De kinderen 2 en 3 zijn jongens.

- 1 Welke tweeling lijkt het meest op elkaar, tweeling A of tweeling B?
- 2 Kan kind 1 een meisje zijn?
- 3 En kan kind 4 een meisje zijn?

▼ Afb. 79



DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In afbeelding 80 zie je een fret in wildkleur en een albinofret. Het albino-fenotype bij fretten is ooit ontstaan door een mutatie in één fret waaruit veel nakomelingen zijn ontstaan. Heeft deze mutatie waarschijnlijk plaatsgevonden in een lichaamscel of in een geslachtscel?
- 2 Als in een lichaamscel mutaties plaatsvinden, heeft dit meestal weinig gevolgen. Leg uit dat dit soms wel gevolgen heeft als er mutaties optreden in genen die de celdeling regelen.
- 3 Bij een man zijn mutaties ontstaan in een darmcel. Als gevolg hiervan bevindt zich na een tijd een kwaadaardig gezwel in een long. Kun je hieruit de conclusie trekken dat deze man waarschijnlijk gedurende een groot deel van zijn leven heeft gerookt? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 80 Fret.



DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

- 1 Is de ontwikkeling van bacteriën naar eencellige planten een voorbeeld van evolutie?
 - A Ja.
 - B Nee.
- 2 Als bij een soort veel verschillende genotypen voorkomen, heeft deze soort dan een kleine of een grote overlevingskans?
 - A Een kleine overlevingskans.
 - B Een grote overlevingskans.
- 3 Rode oeakari's hebben een rood gezicht (zie afbeelding 81). Hoe feller rood het gezicht, hoe fitter het dier is. Zieke dieren hebben een bleek gezicht. De apen met het felst rode gezicht zijn het best in staat te overleven en krijgen de meeste nakomelingen.
Is het verschijnsel dat rode oeakari's met een fel rood gezicht meer nakomelingen krijgen dan die met een bleek gezicht een voorbeeld van natuurlijke selectie?
 - A Ja.
 - B Nee.

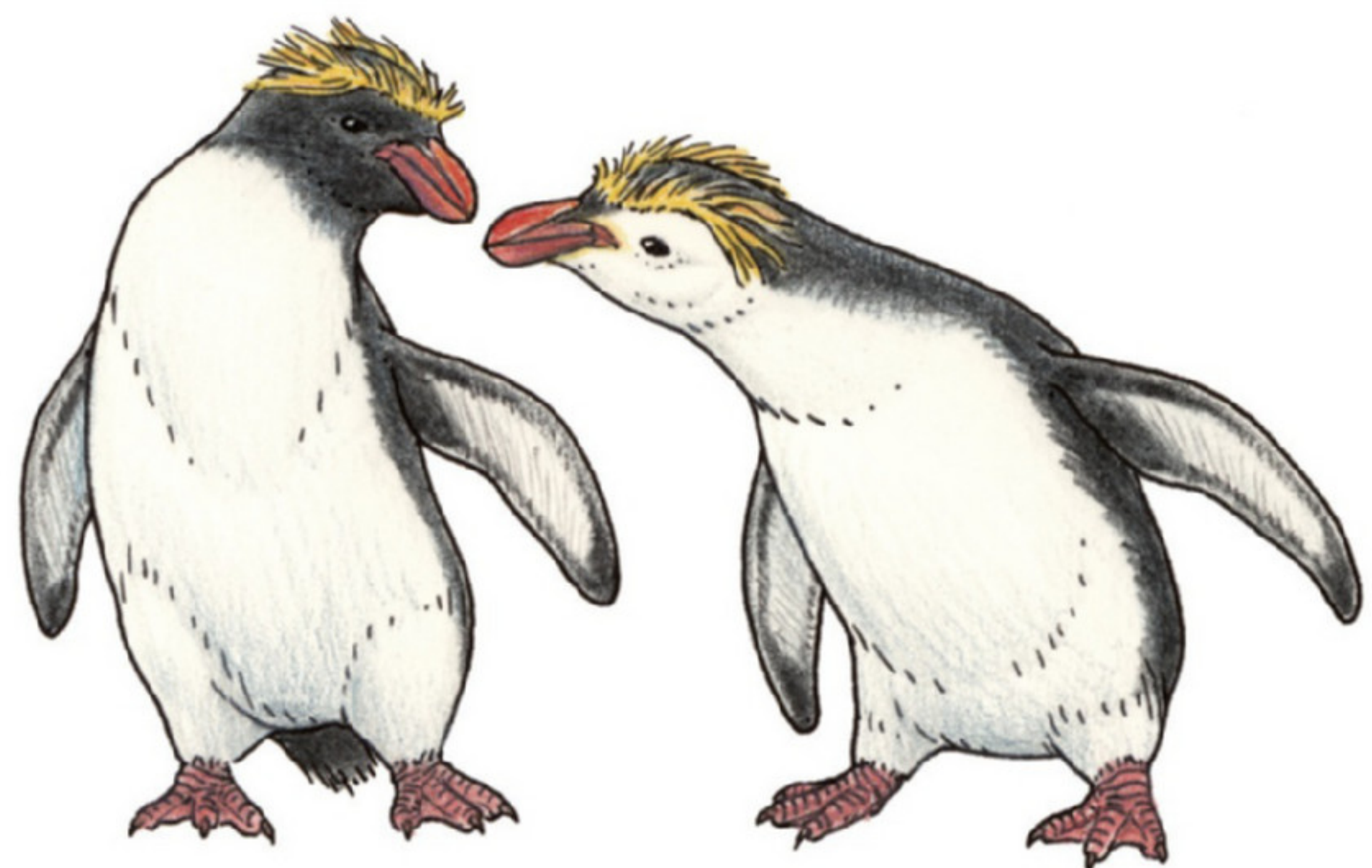
▼ **Afb. 81** Rode oeakari (*Cacajao calvus*).



In de loop van de evolutie ontstond bij een soort vaak een nieuwe vorm met een afwijkend uiterlijk. Soms evolueerde (veranderde) de soort hierdoor. Maar soms ontwikkelde de nieuwe vorm zich tot een aparte soort. Hierover gaan de vragen 4 en 5.

- 4 Wanneer kan het ontstaan van het afwijkend uiterlijk hebben geleid tot het evolueren van de soort?
 - A Als de organismen van de oorspronkelijke soort uitstierven en de organismen met het afwijkende uiterlijk bleven leven.
 - B Als de organismen met het afwijkende uiterlijk uitstierven en de organismen van de oorspronkelijke soort bleven leven.
- 5 Wanneer kan de afwijkende vorm zich ontwikkelen tot een nieuwe soort?
 - A Als organismen met het afwijkende uiterlijk zich blijven voortplanten met organismen van de oorspronkelijke soort.
 - B Als de organismen met het afwijkende uiterlijk zich gescheiden ontwikkelen van de organismen van de oorspronkelijke soort.
- 6 In het zuidpoolgebied leven twee typen kuifpinguïns die veel op elkaar lijken (zie afbeelding 82). Alleen de keel en wangen van de kuifpinguïns zijn verschillend van kleur. De twee typen kuifpinguïns leven al een tijd geïsoleerd van elkaar. Biologen denken dat type B is ontstaan uit type A. In welk geval kun je zeggen dat type A en type B twee verschillende soorten zijn?
 - A Als het uiterlijk van type B nog verder gaat afwijken van type A, zodat de twee typen niet meer op elkaar lijken.
 - B Als type A en type B zich niet meer onderling kunnen voortplanten.

▼ **Afb. 82** Kuifpinguïns.



1 type A (macaroni-pinguïn) 2 type B (Schlegels pinguïn)

DOELSTELLING 7

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- Welke van de volgende organismen zal het best fossiliseren?
 - Een worm die na het sterven aan de lucht blootgesteld blijft.
 - Een worm die na het sterven van de lucht wordt afgesloten door een laag zand of klei.
 - Een kever die na het sterven aan de lucht blootgesteld blijft.
 - Een kever die na het sterven van de lucht wordt afgesloten door een laag zand of klei.
- Anouk zegt dat fossielen van eencelligen kunnen voorkomen in zeer oude gesteentelagen. Lisa zegt dat fossielen van eencelligen kunnen voorkomen in de jongste gesteentelagen. Maartje zegt dat fossielen van zoogdieren kunnen voorkomen in de jongste gesteentelagen. Wie hebben gelijk?
 - Alleen Anouk en Lisa.
 - Alleen Anouk en Maartje.
 - Alleen Lisa en Maartje.
 - Anouk, Lisa en Maartje.

DOELSTELLING 8

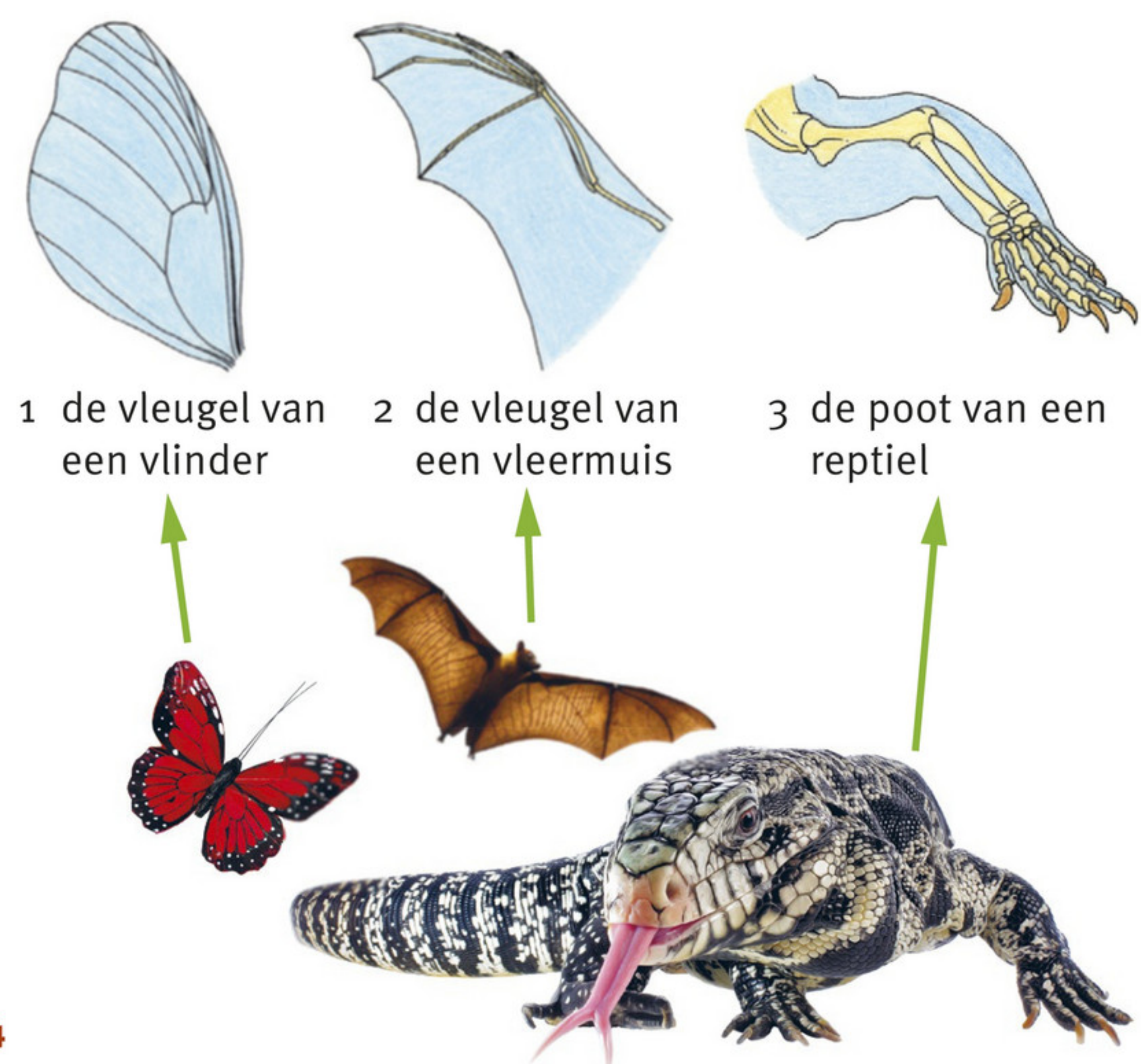
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- Wat zijn rudimentaire organen?
 - Organen met veel overeenkomst in bouw, maar met een verschillende functie.
 - Organen die geen functie meer hebben en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen.
 - Organen die alleen bij uitgestorven soorten een functie hadden en tot ontwikkeling kwamen.
- Welke van de volgende organen zijn rudimentair?
 - De staartwervels van een mens.
 - De vleugels van een vleermuis.
 - De vleugels van een insect.

▼ Afb. 83 Embryo's.

- In afbeelding 83 zijn de embryo's van een slang, een kip en een kat getekend. De embryo's bevinden zich in een vergelijkbaar stadium van ontwikkeling. Is er een stadium in de ontwikkeling waarin deze embryo's meer overeenkomst vertonen? Zo ja, ligt dit stadium vóór of na het afgebeelde stadium?
 - Nee, er is geen stadium in de ontwikkeling waarin deze embryo's meer overeenkomst vertonen.
 - Ja, deze embryo's hebben meer overeenkomst vertoond in een vroeger stadium van ontwikkeling.
 - Ja, deze embryo's zullen meer overeenkomst gaan vertonen in een later stadium van ontwikkeling.
- De DNA-volgorden van verschillende soorten kunnen veel overeenkomst vertonen. Waarom is deze overeenkomst een argument voor de evolutietheorie?
 - Omdat deze overeenkomst aantoont dat soorten veranderen, doordat organismen met afwijkende vormen blijven voortbestaan en organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven.
 - Omdat hieruit kan worden afgeleid hoe lang geleden de verschillende soorten zijn ontstaan.
 - Omdat deze overeenkomst het aannemelijk maakt dat verschillende soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.

In afbeelding 84 zijn de vleugel van een vlinder, de vleugel van een vleermuis en de poot van een reptiel getekend. Over deze afbeelding gaan de vragen 5 tot en met 7.

▼ Afb. 84

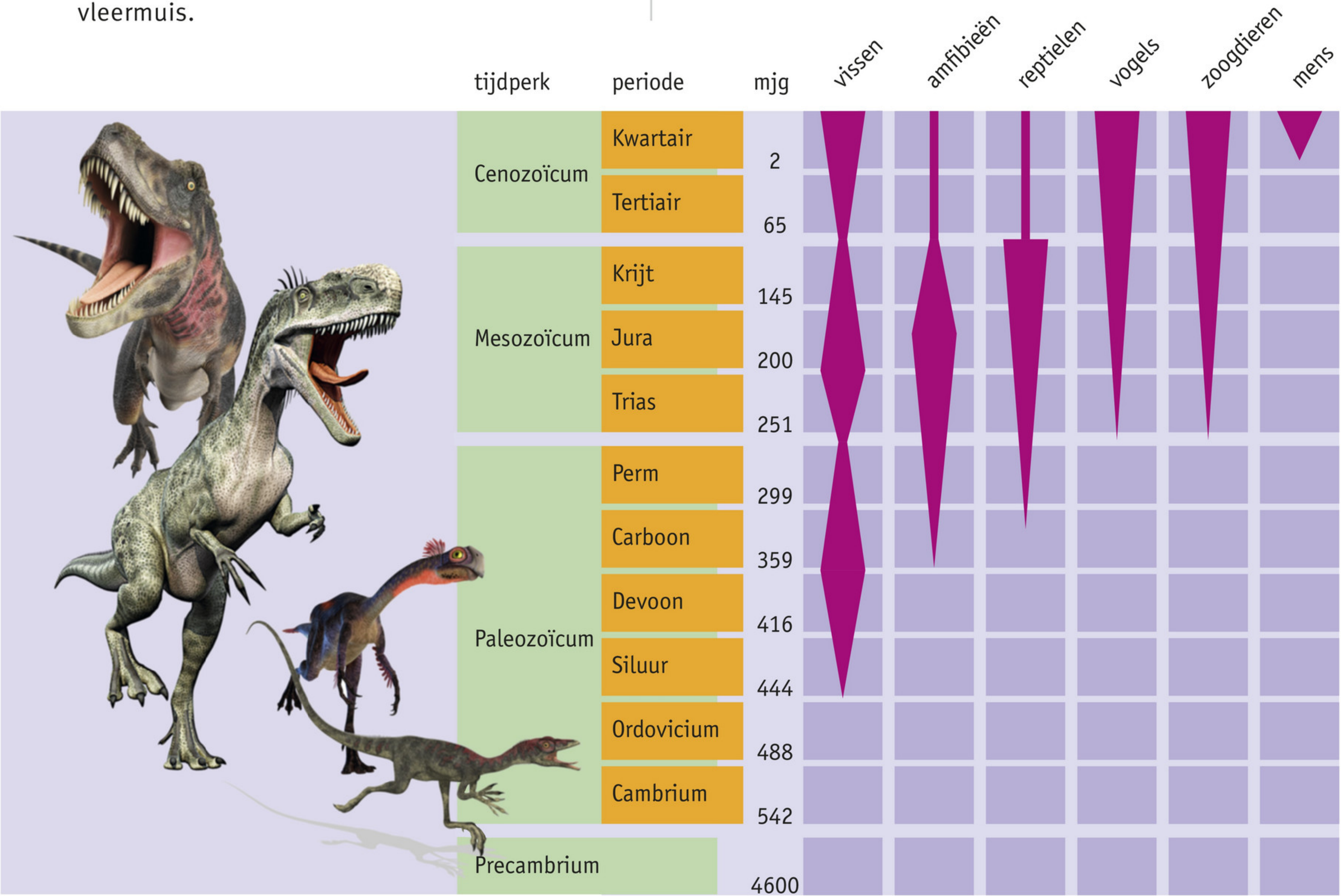
- 5 Welke van deze organen vertonen veel overeenkomst in bouw?
- A De vleugel van een vleermuis en de poot van een reptiel.
 - B De vleugel van een vlinder en de poot van een reptiel.
 - C De vleugel van een vlinder en de vleugel van een vleermuis.
- 6 Welke van deze organen vertonen veel overeenkomst in functie?
- A De vleugel van een vleermuis en de poot van een reptiel.
 - B De vleugel van een vlinder en de poot van een reptiel.
 - C De vleugel van een vlinder en de vleugel van een vleermuis.
- 7 Welke van deze organen zijn waarschijnlijk uit dezelfde grondvorm ontstaan?
- A De vleugel van een vleermuis en de poot van een reptiel.
 - B De vleugel van een vlinder en de poot van een reptiel.
 - C De vleugel van een vlinder en de vleugel van een vleermuis.

DOELSTELLING 9

In afbeelding 85 is een geologische tijdschaal weergegeven. Een brede lijn geeft aan dat een groep een grote bloei heeft doorgemaakt. Beantwoord de volgende vragen met behulp van deze afbeelding.

- 1 In welke perioden wordt het Cenozoïcum verdeeld?
- 2 Hoeveel miljoen jaar geleden begon het Paleozoïcum?
- 3 Hoeveel miljoen jaar duurde het Mesozoïcum?
- 4 Hoeveel miljoen jaar geleden ontstonden de eerste amfibieën?
- 5 In welke periode ontstonden de eerste vissen?
- 6 Wat heeft langer geduurd, de tijd vóór het ontstaan van de eerste vissen of de tijd vanaf het ontstaan van de eerste vissen tot nu?
- 7 Aan het einde van welke periode is het tweede dier van afbeelding 85 uitgestorven?
- 8 Kunnen er fossielen van vogels worden aangetroffen in een gesteentelaag uit het Perm?
- 9 Kunnen er fossielen van zoogdieren worden aangetroffen in een gesteentelaag uit het Krijt?

▼ **Afb. 85** Geologische tijdschaal (mij = miljoen jaar geleden).



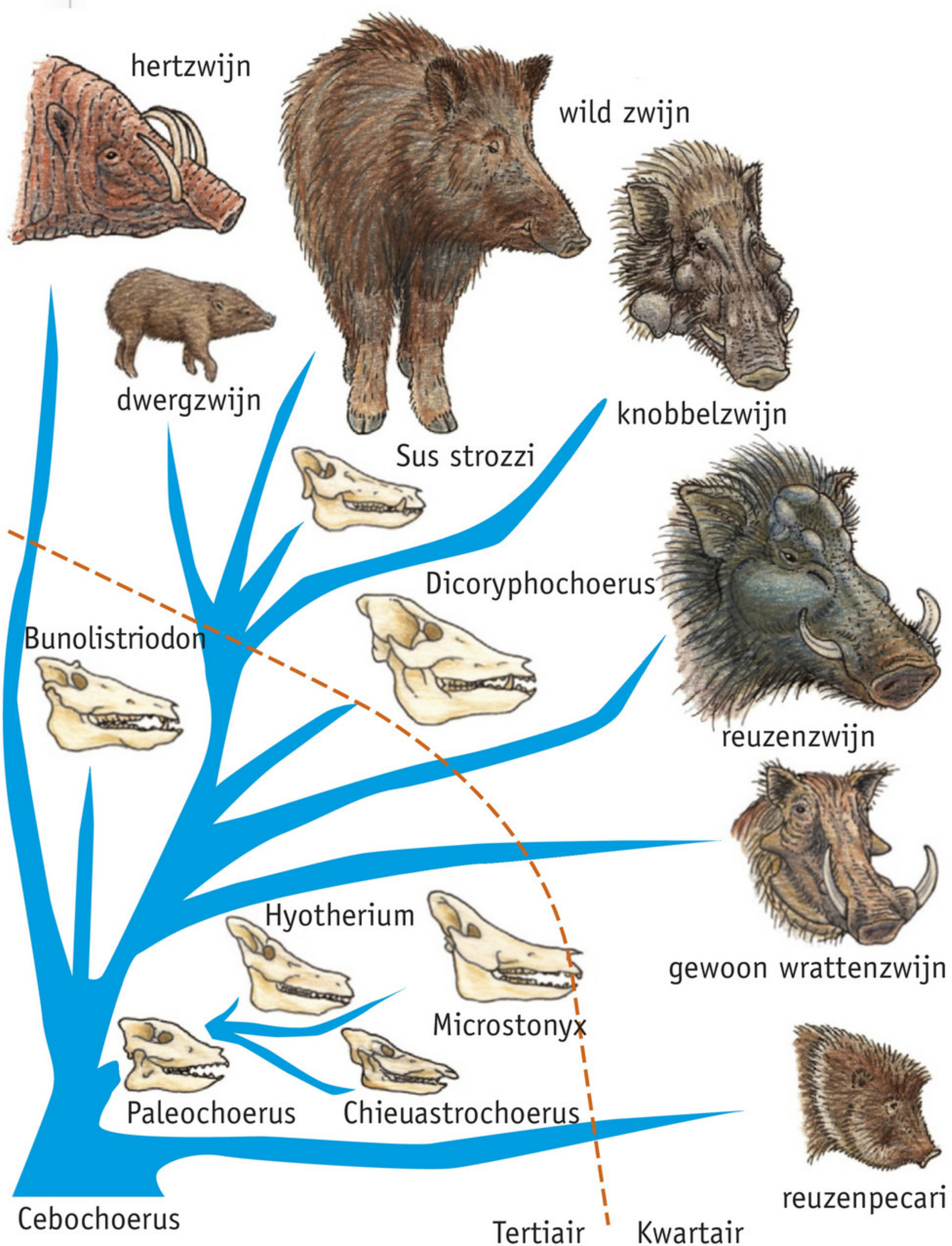
DOELSTELLING 10

In afbeelding 86 is een stamboom van de ontwikkeling van varkensachtigen getekend.

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Cebochoerus is de voorouder van alle varkensachtigen.
- 2 Hyotherium is eerder ontstaan dan de reuzenpecari.
- 3 Het wild zwijn vertoont meer verwantschap met het hertzwijn dan met het gewoon wrattenzwijn.
- 4 Dicoryphochoerus is eerder uitgestorven dan Bunolistriodon.

▼ Afb. 86 De ontwikkeling van varkensachtigen.



DOELSTELLING 11

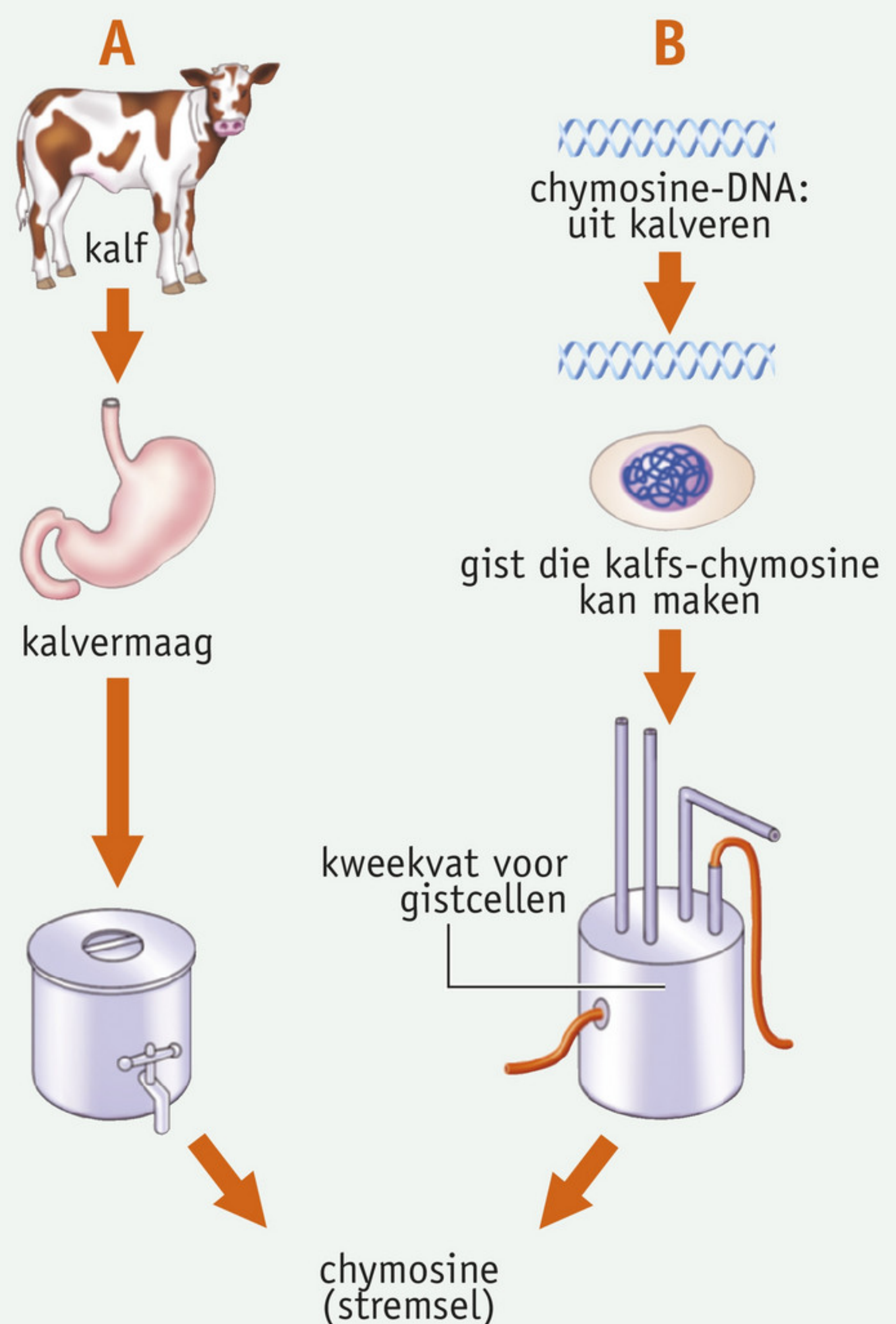
Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Van welke vorm van biotechnologie zie je in afbeelding 87 een voorbeeld?

▼ Afb. 87

Chymosine

Chymosine is een stof die wordt gebruikt bij de bereiding van kaas. Door chymosine toe te voegen aan melk gaan bepaalde melkeiwitten samenklonteren en ontstaat wrongel, een voorstadium van kaas. Chymosine wordt traditioneel (A) gewonnen uit de maag van kalveren. Omdat in bepaalde landen een tekort aan chymosine uit kalvermagen bestond, hebben onderzoekers geprobeerd op een andere manier chymosine te produceren. Onderzoeksgroepen uit verschillende delen van de wereld is het gelukt het DNA voor de productie van chymosine uit kalveren in te bouwen in gistcellen (B). Door deze genetisch veranderde gistcellen op grote schaal te kweken in kweekvaten kan chymosine nu in grote hoeveelheden worden geproduceerd. Er is nog een andere markt voor chymosine geproduceerd door gistcellen. Vegetariërs geven de voorkeur aan chymosine geproduceerd door gistcellen, omdat dan geen kalveren gedood hoeven te worden.



- 2 Van welke vorm van biotechnologie zie je in afbeelding 88 een voorbeeld?
- 3 Van welke vorm van biotechnologie zie je in afbeelding 89 een voorbeeld?
- 4 Wordt bij de productie van brood biotechnologie toegepast?
- 5 Is het schaap Dolly uit afbeelding 88 een transgeen dier?
- 6 Welk schaap heeft hetzelfde genotype als Dolly?

▼ Afb. 88

Dolly

Het schaap Dolly is ontstaan uit het erfelijk materiaal van één cel uit de uier van een 6 jaar oud schaap (schaap 1). Dit erfelijk materiaal is overgebracht naar een eicel (afkomstig van schaap 2) waaruit de celkern was verwijderd. Het klompje cellen dat hieruit groeide, is vervolgens ingebracht in de baarmoeder van een draagmoederschaap (schaap 3). Het gebruik van uierweefsel was aanleiding voor de verantwoordelijke Schotse wetenschappers om het schaap te noemen naar de rondborstige countryzangeres Dolly Parton.

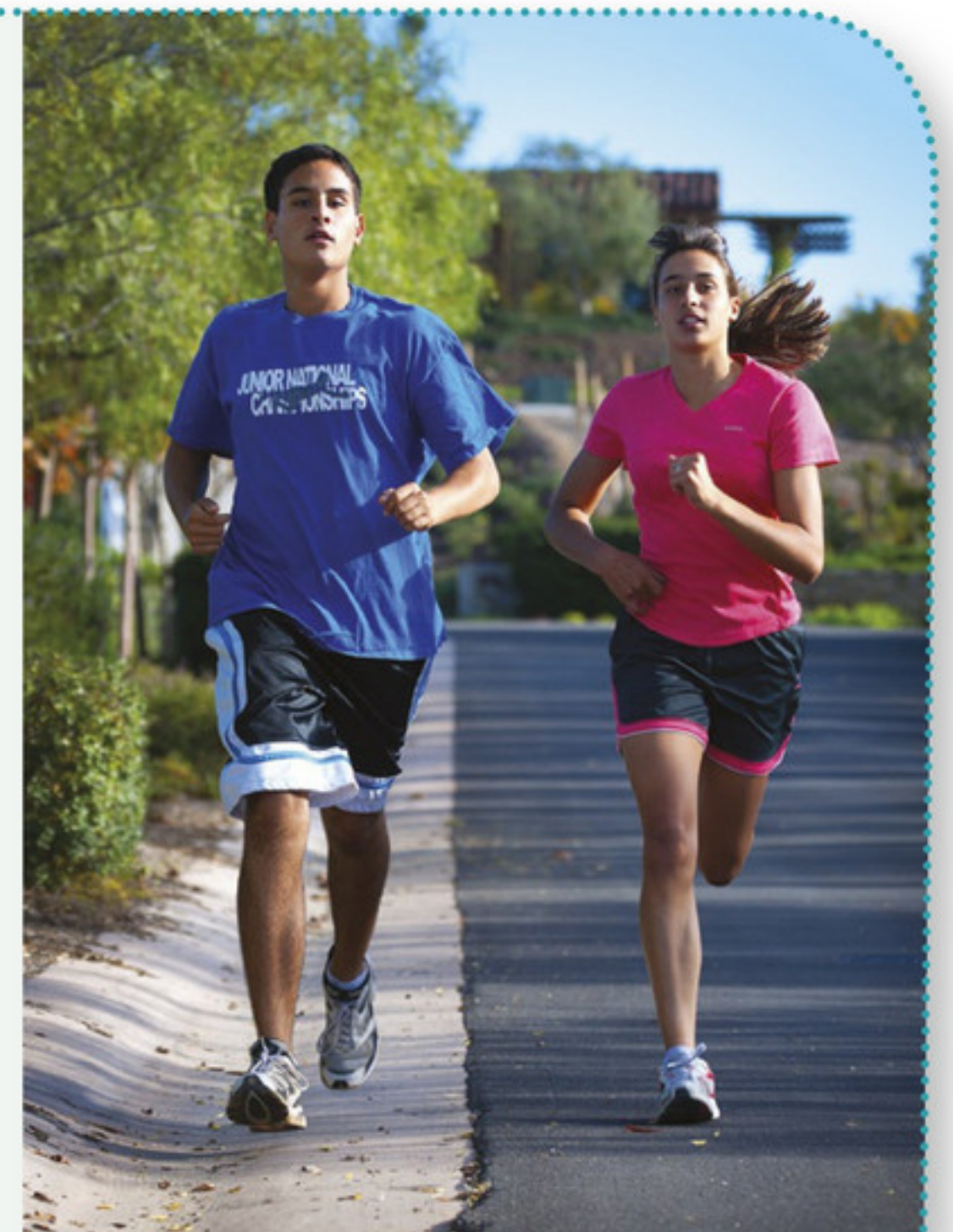


▼ Afb. 89

DNA-onderzoek redt levens zieke tweeling

De 15-jarige tweeling Alexis en Noah Beery bleek na de geboorte niet gezond. Ze kregen last van krampen, braken en spastische verlammingen. Na veel onderzoek werd uiteindelijk het complete DNA van de tweeling in kaart gebracht en vergeleken met het complete DNA van gezonde mensen. Hierdoor kwam een mutatie in het gen SPR

aan het licht. Dit gen bevat de code voor het maken van een eiwit dat zenuwcellen nodig hebben om de spieren aan te sturen. Met medicijnen kon het ontbrekende eiwit alsnog worden toegediend. Inmiddels gaat het goed met de tweeling en kunnen ze weer goed meedoen met sport. Het onderzoek redde hun levens.



EXTRA DOELSTELLING 12

In afbeelding 90 zie je een persoon met dwerggroei en een persoon met normale groei. Het allel voor dwerggroei (B) is bij mensen dominant over het allel voor normale groei (b).

Beantwoord de volgende vragen en vul het schema op je scoreblad in.

- 1 Kan persoon 1 heterozygoot zijn voor de lichaamsgroei? En persoon 2?
- 2 Kan persoon 1 homozygoot zijn voor de lichaamsgroei? En persoon 2?
- 3 Wat zijn mogelijke genotypen voor de lichaamsgroei voor persoon 1? En voor persoon 2?

▼ Afb. 90



1 dwerggroei

2 normale groei

EXTRA DOELSTELLING 13

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1** Hieronder zijn vier paren beschreven die graag een kind willen. Geen van deze paren heeft al een kind.
 - 1 Noah en Arja. Noah heeft een jaar geleden een auto-ongeluk gehad en zit in een rolstoel.
 - 2 Jasper en Raya. De moeder en oma van Raya zijn aan borstkanker gestorven.
 - 3 Johan en Maureen. Maureen heeft al twee miskramen gehad.
 - 4 Raymond en Naomi. Raymond heeft enkele jaren geleden een ooginfectie opgelopen, waardoor hij blind is geworden.

Welke van deze paren doen er verstandig aan een genetisch advies in te winnen?

 - A** De paren 1 en 3.
 - B** De paren 1 en 4.
 - C** De paren 2 en 3.
 - D** De paren 2 en 4.

- 2** Een van de methoden van erfelijkheidsonderzoek bij ongeboren kinderen is een vlokkentest.
Wat wordt onderzocht bij een vlokkentest?
 - A** De samenstelling van de urine van een zwangere vrouw.
 - B** De samenstelling van het DNA en de chromosomen afkomstig van vruchtwatervlokken bij een zwangere vrouw.
 - C** Het DNA en de chromosomen van placentaweefsel, afkomstig van de moeder.
 - D** Het DNA en de chromosomen van placentaweefsel, afkomstig van het embryo.

- 3** Een andere methode van erfelijkheidsonderzoek bij ongeboren kinderen is een vruchtwaterpunctie.
Wat proberen artsen op te sporen bij een vruchtwaterpunctie?
 - A** Eventuele afwijkingen in het DNA en de chromosomen uit cellen van de placenta.
 - B** Eventuele afwijkingen in het DNA en de chromosomen van cellen die in het vruchtwater voorkomen.
 - C** Eventuele groeistoornissen bij het embryo.
 - D** Eventuele schadelijke stoffen die in het vruchtwater voorkomen.

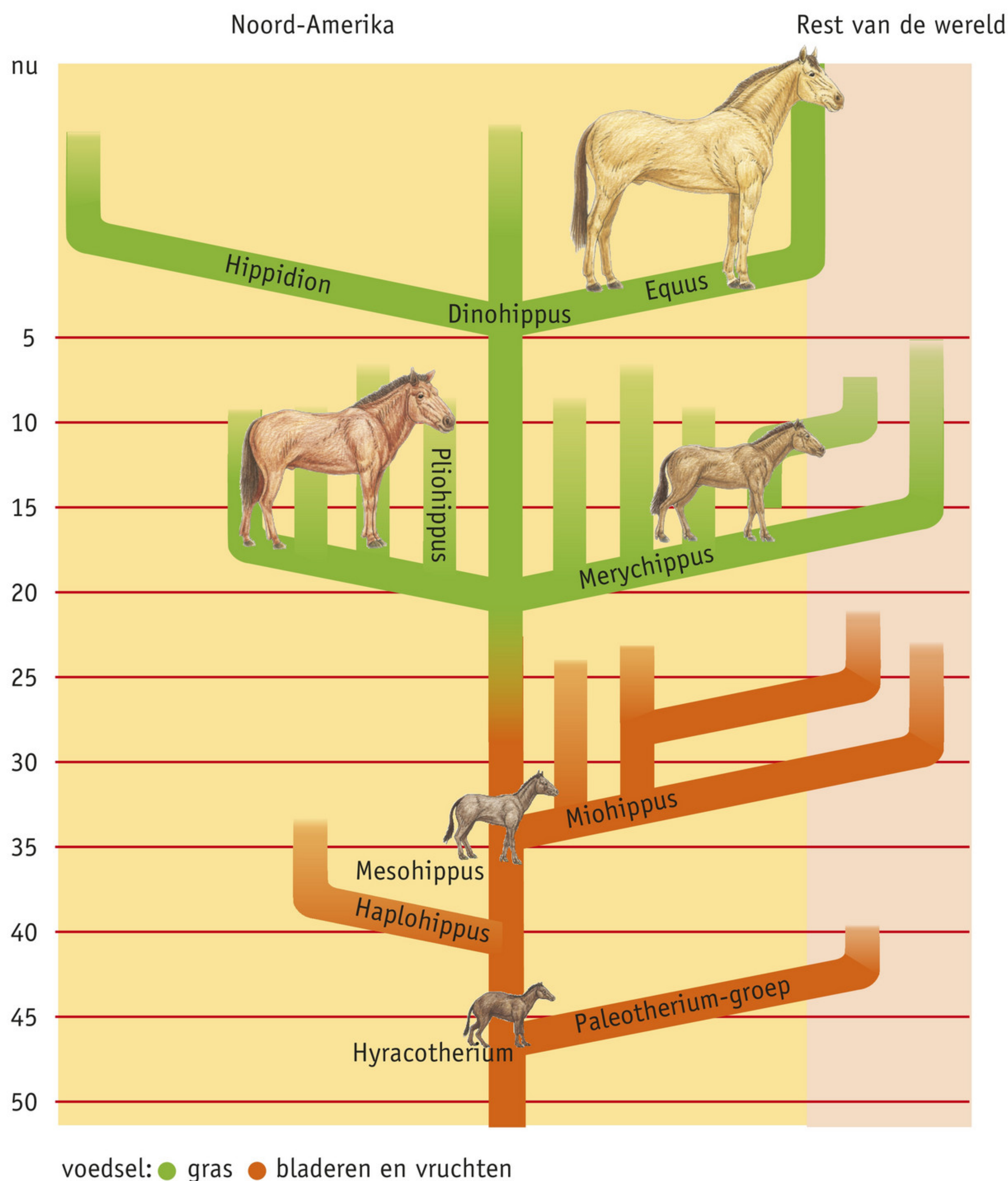
De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

1 De evolutie van paardachtigen

Het huidige paard is in de loop van de evolutie ontstaan uit een zoogdier dat zo groot was als een hond. Gedurende miljoenen jaren ondergingen de paardachtigen veranderingen in de lichaamsgrootte, de lengte van de poten, het aantal tenen waarop wordt gelopen, de voedselkeuze en het gebit. In deze verrijkingstof leer je meer over de manier waarop deze veranderingen hebben plaatsgevonden.

In afbeelding 91 is de evolutie van de paardachtigen in een stamboom weergegeven. Deze evolutie speelde zich grotendeels af in Noord-Amerika.

► **Afb. 91** Evolutie van paardachtigen.



Ongeveer 50 miljoen jaar geleden leefde Hyracotherium, de voorouder van de paardachtigen. Het was een klein dier, zo groot als een hond, met dunne pootjes (zie afbeelding 92.1). Het dier hield zich schuil in dichte bossen, waar het vooral bladeren en vruchten at.

Ook Mesohippus leefde in de bossen, ongeveer 35 miljoen jaar geleden (zie afbeelding 92.2). Toen door een klimaatverandering de bossen in omvang afnamen, zochten de paardachtigen meer en meer de open vlakten op. Als voedsel was daar alleen gras beschikbaar. Het stugge gras van de vlakten was echter moeilijker te verteren dan de bladeren en vruchten van de bossen. De dieren moesten veel langer op hun voedsel kauwen. Door natuurlijke selectie kregen de paardachtigen steeds krachtiger kauwspieren, grotere kaken en grotere kiezen met meer harde richels van glazuur. Op de open vlakten konden de dieren zich minder goed verschuilen voor roofdieren. Het was dan ook belangrijk om snel weg te kunnen vluchten. Door natuurlijke selectie kregen de paardachtigen langere poten. Om de weerstand van de bodem zo laag mogelijk te houden, gingen ze op steeds minder tenen lopen.

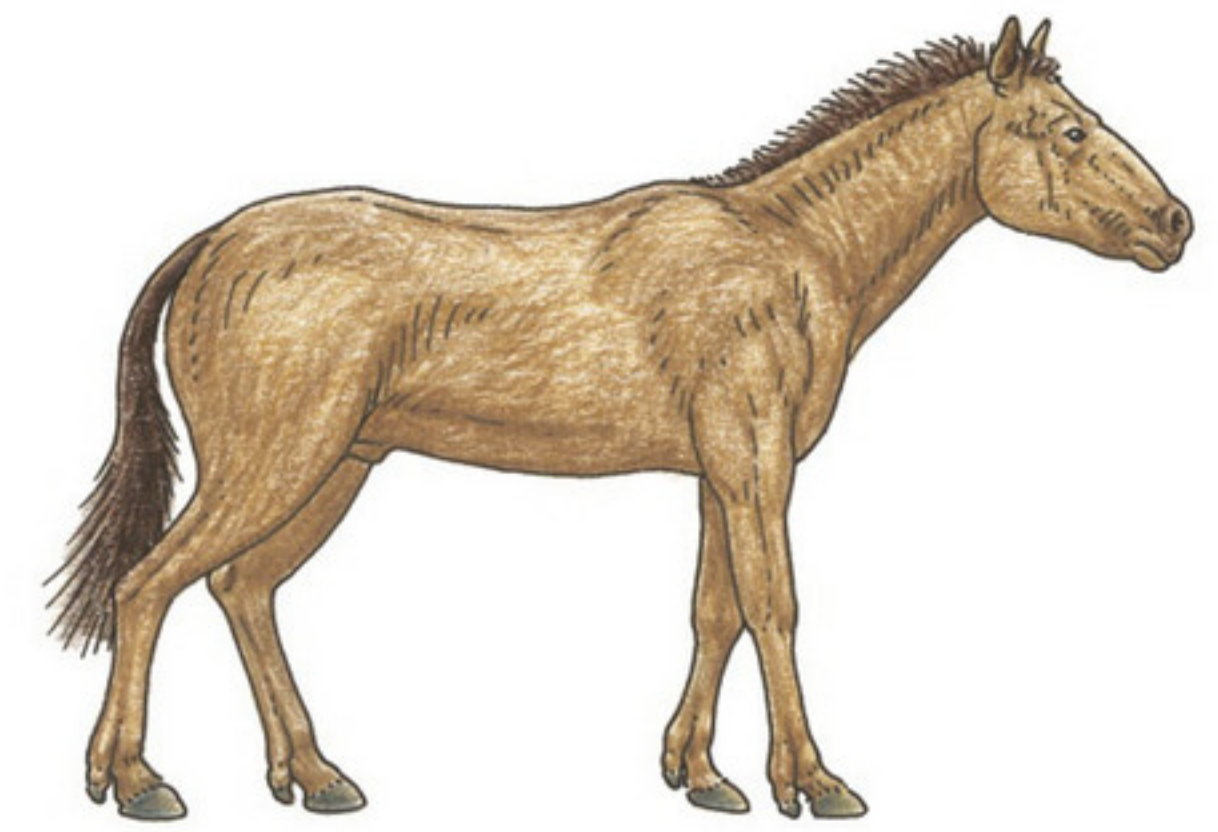
► **Afb. 92** Paardachtigen.



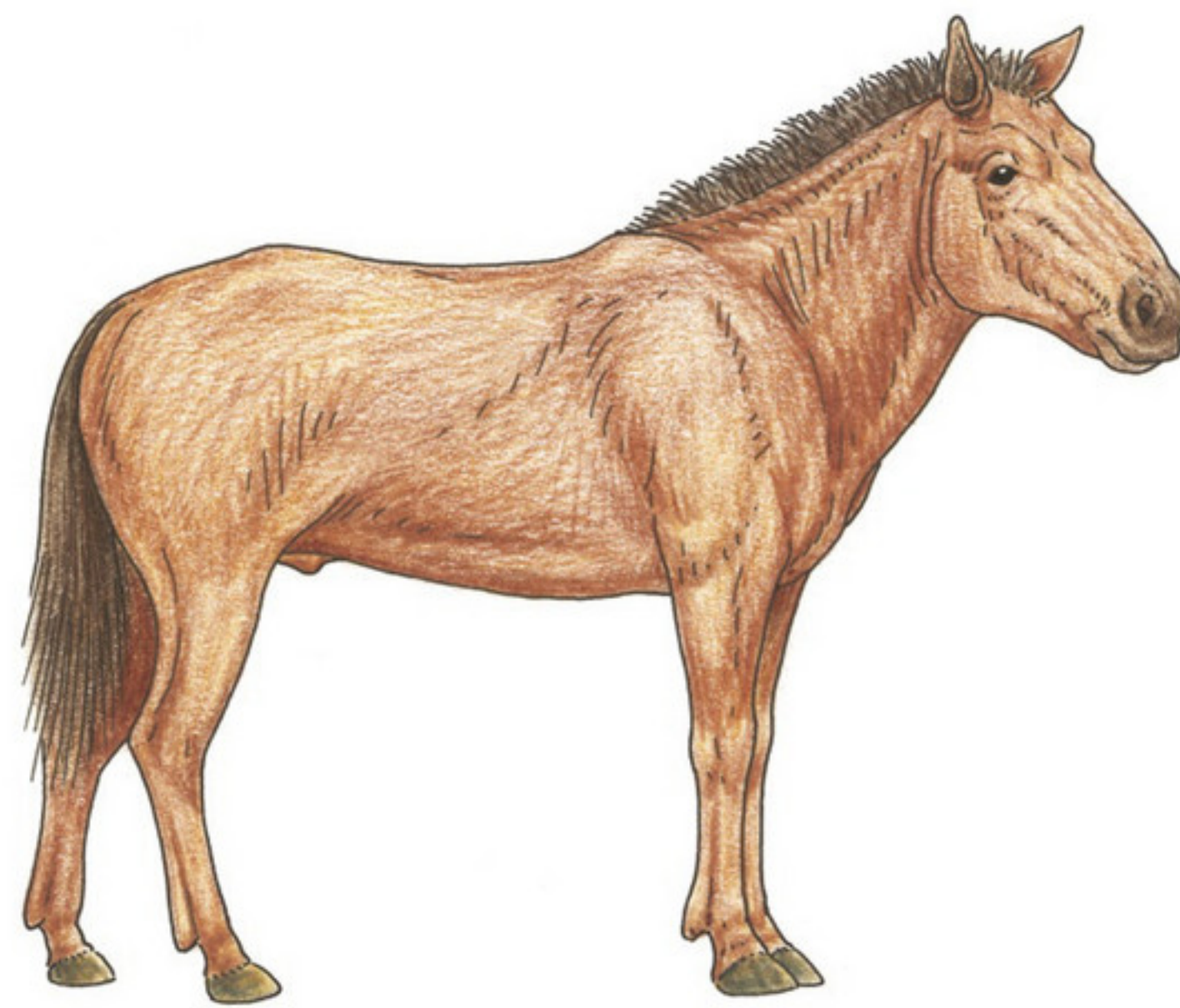
1 Hyracotherium



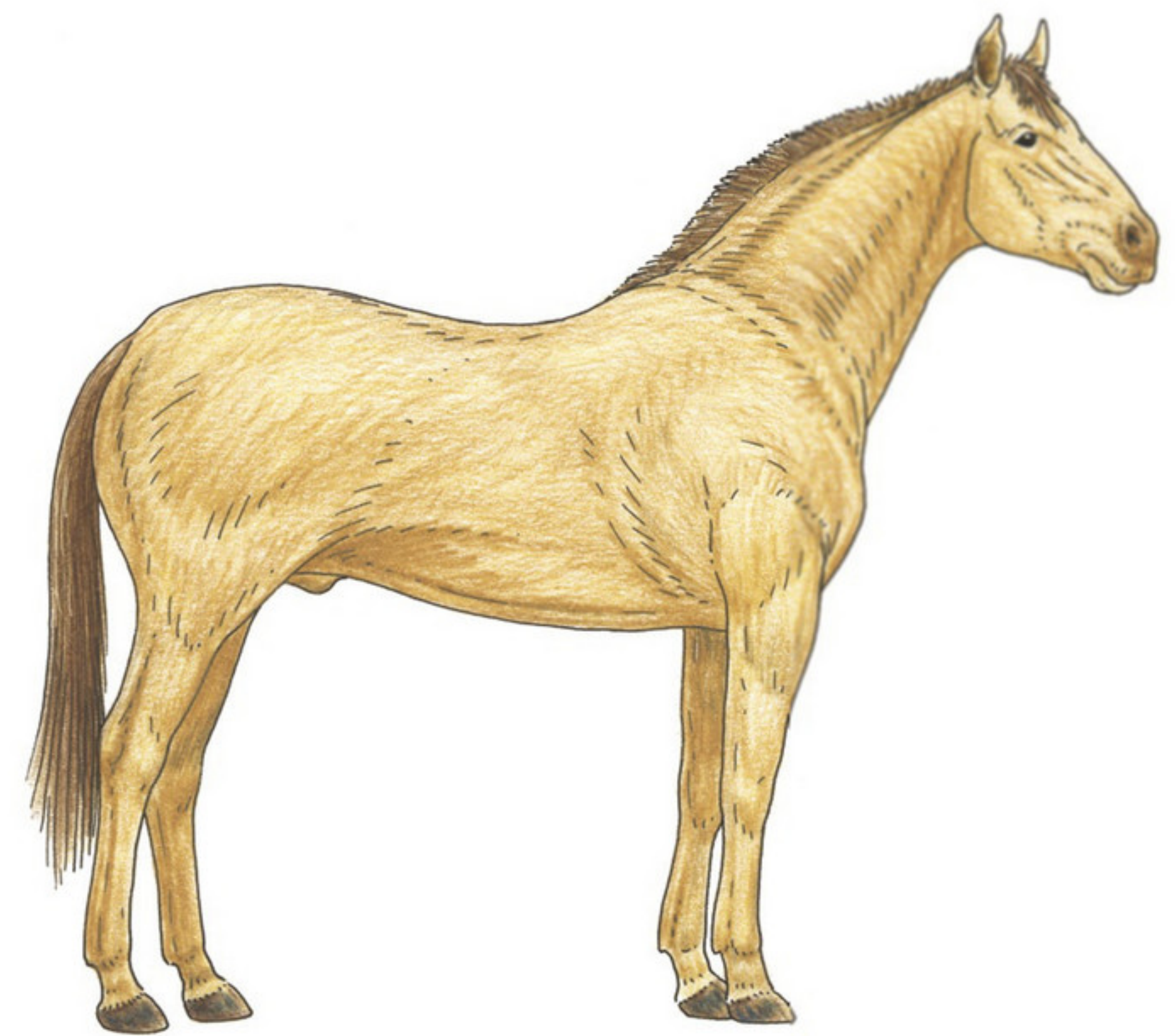
2 Mesohippus



3 Merychippus



4 Pliohippus



5 Equus

Ongeveer 15 miljoen jaar geleden leefde Merychippus al op de open vlakten (zie afbeelding 92.3). Ook Pliohippus leefde op de open vlakten, ongeveer 10 miljoen jaar geleden (zie afbeelding 93.4). Het huidige paard heet Equus (zie afbeelding 92.5). In het wild leeft het paard op een open, steppeachtige vlakte. Het dier is met zijn lange poten een snelle loper. De bodem waarop het dier leeft is hard. Het voedsel bestaat uitsluitend uit gras.

2 Stamcellen

Je lichaam bestaat uit miljarden cellen die zich hebben gespecialiseerd tot bijvoorbeeld een maagwandcel of een spiercel. Wanneer zo'n gespecialiseerde cel zich deelt, zijn de dochtercellen van hetzelfde type als de moedercel. Door deling van een spiercel ontstaan dus alleen spiercellen. Er zijn ook cellen die zich nog niet of nog niet volledig hebben gespecialiseerd. Zo'n cel wordt een **stamcel** genoemd. Uit een stamcel kunnen door deling verschillende typen cellen ontstaan.

VOLWASSEN STAMCELLEN

Veel organen van de mens bevatten **volwassen stamcellen**. Uit deze stamcellen kunnen zich verschillende typen cellen ontwikkelen, maar niet alle typen. Uit een volwassen stamcel kunnen zich alleen cellen ontwikkelen die zich in het orgaan bevinden waar de stamcel vandaan komt. Uit een leverstamcel kunnen zich alleen verschillende andere typen levercellen ontwikkelen, maar bijvoorbeeld geen huidcellen.

Volwassen stamcellen kunnen in ziek of beschadigd weefsel worden ingebracht om daar uit te groeien tot gezond weefsel. Volwassen stamcellen worden bijvoorbeeld al jaren gebruikt bij de bestrijding van leukemie (zie afbeelding 93).

▼ Afb. 93

Olympisch goud na stamceltransplantatie

PEKING – Topzwemmer Maarten van der Weijden heeft in Peking olympisch goud veroverd op de tien kilometer na een zinderende finale in open water. Het bijzondere is dat Van der Weijden ex-leukemiepatiënt is. Hij overwon deze ziekte na vier chemokuren en een stamceltransplantatie.

In het binnenste van je beenderen zit rood beenmerg. Dit rode beenmerg bevat volwassen stamcellen die kunnen uitgroeien tot verschillende typen bloedcellen. Bij patiënten met leukemie produceren de stamcellen in het rode beenmerg ongecontroleerd veel afwijkende witte bloedcellen. Door middel van chemokuren en bestraling kunnen deze kwaadaardige stamcellen worden gedood. Er zijn dan in het beenmerg geen volwassen stamcellen meer waaruit zich bloedcellen kunnen ontwikkelen. Bij een stamceltransplantatie krijgt een leukemiepatiënt nieuwe volwassen

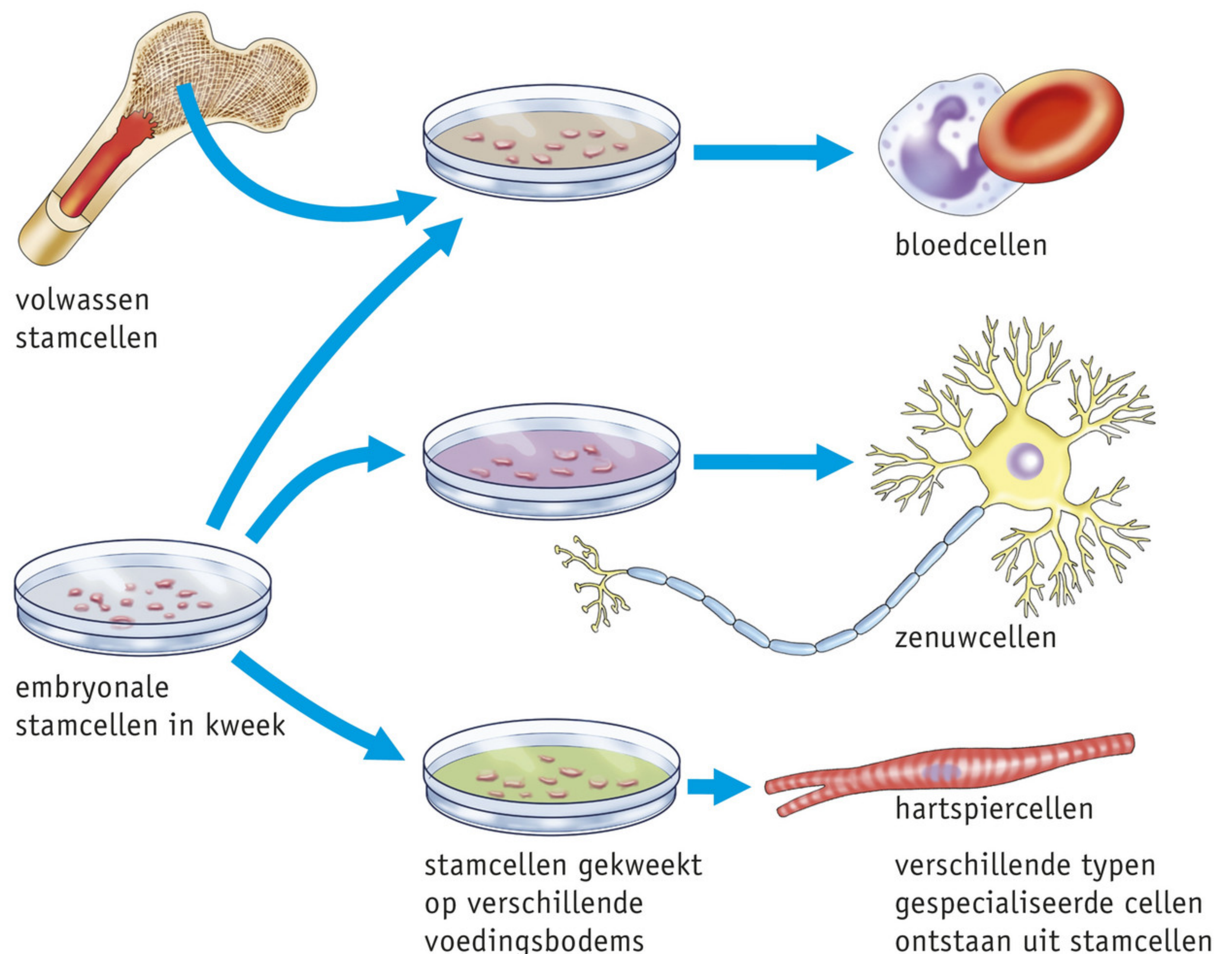
beenmergstamcellen van een donor. Deze stamcellen kunnen dan weer gezonde bloedcellen produceren. Daarmee kun je zelfs olympisch kampioen worden.



EMBRYONALE STAMCELLEN

Embryonale stamcellen kunnen zich door deling nog ontwikkelen tot elk type cel (zie afbeelding 94). Een bevruchte eicel is hiervan een voorbeeld. Ook de eerste cellen die ontstaan na deling van de bevruchte eicel kunnen uitgroeien tot elk type cel. Daarom worden deze cellen ook tot de embryonale stamcellen gerekend. Voor de bestrijding van ziekten kan het wenselijk zijn embryonale stamcellen te gebruiken. Bij hartpatiënten bijvoorbeeld kunnen embryonale stamcellen gezonde hartspiercellen produceren ter vervanging van afgestorven hartspiercellen.

► **Afb. 94** Ontwikkeling van gespecialiseerde cellen uit stamcellen.



In Nederland kunnen embryonale stamcellen niet onbeperkt worden gebruikt. Het is verboden embryo's te kweken enkel en alleen om daarmee onderzoek te doen. Embryonale stamcellen worden verkregen uit materiaal dat overblijft na het uitvoeren van een reageerbuisbevruchting (ivf). Deze stamcellen mogen na toestemming van de ouders alleen voor onderzoek worden gebruikt. Met embryonale stamcellen worden dus nog geen patiënten behandeld.

Bij experimenten met embryo's wordt het jonge embryo vernietigd. Sommige mensen vinden dat het leven begint op het moment dat een eicel is bevrucht. Of ze vinden dat niet precies bekend is wanneer het leven begint. Ze zijn daarom van mening dat je niet met menselijke embryo's mag experimenteren. Andere mensen vinden dat embryo's in een vroeg stadium nog niet beschikken over menselijke kenmerken, zoals gevoel en bewustzijn. Zij vinden dat je deze embryo's wel mag gebruiken als daarmee ernstige ziekten kunnen worden bestreden.

Via andere wegen wordt geprobeerd cellen te verkrijgen met de mogelijkheden van embryonale stamcellen. Wetenschappers zijn er bijvoorbeeld in geslaagd enkele genen aan huidcellen toe te voegen, waardoor deze huidcellen zich gedragen als embryonale stamcellen (zie afbeelding 95).

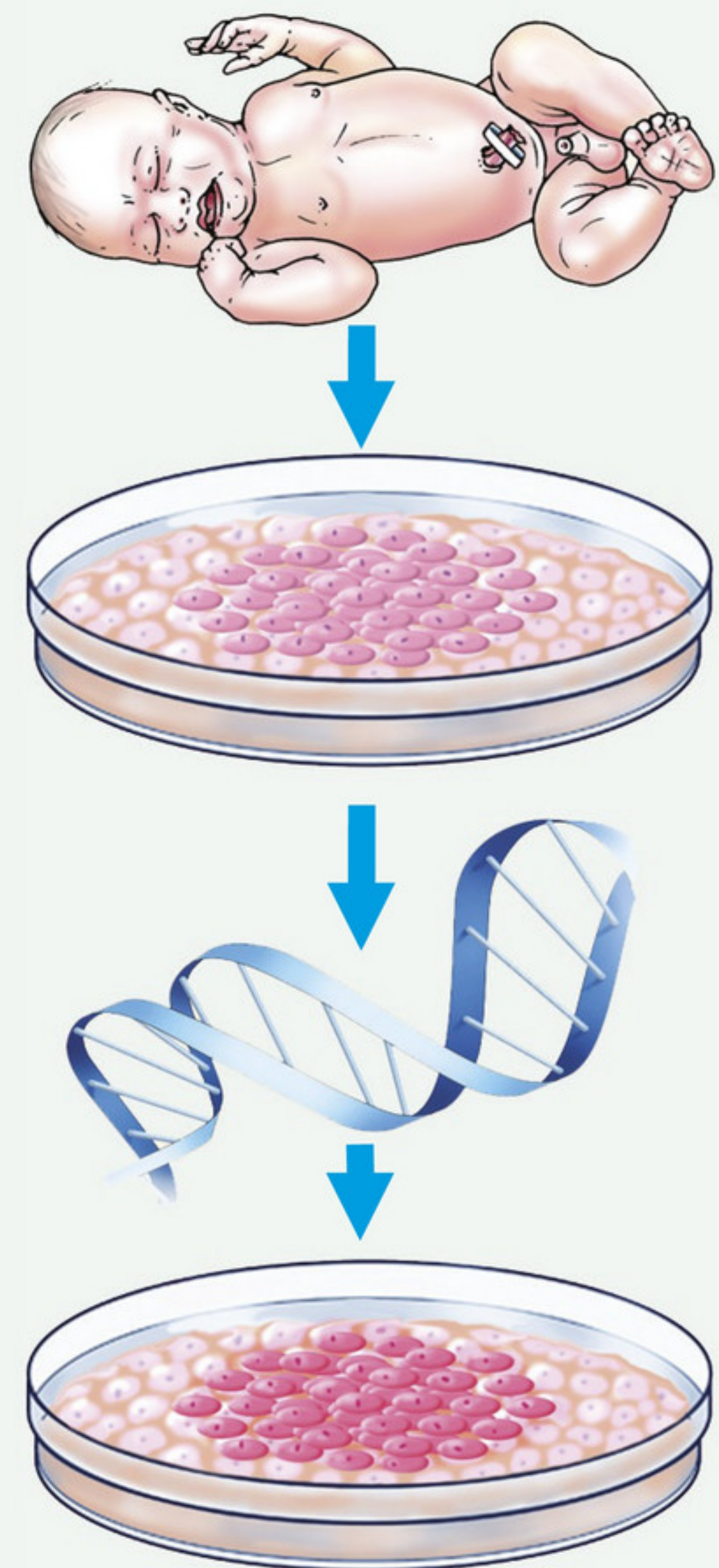
WB OPDRACHT 1 BLZ. 42

▼ Afb. 95

Probleemloze stamcellen uit huidcellen

De Amerikaanse bioloog James Thomson heeft met zijn onderzoeksteam een nieuwe methode ontwikkeld om embryonale stamcellen te kweken. Ze herprogrammeerden menselijke huidcellen van een pasgeborene door vier genen aan de huidcellen toe te voegen. Daardoor gedroegen de huidcellen zich precies als embryonale stamcellen. Bijzonder is dat de genen tijdelijk worden toegevoegd via een klein rond chromosoompje dat later vanzelf verdwijnt. Zo raken de stamcellen niet vervuild met vreemde genen, waardoor het risico op kanker laag blijft.

De methode lijkt veelbelovend, omdat embryonale stamcellen kunnen uitgroeien tot elk type lichaamscel. Verder kunnen lichaamseigen cellen worden gebruikt, wat de kans op afstoting wegneemt. De techniek is nog volop in ontwikkeling en moet zich in verdere kweken nog bewijzen.



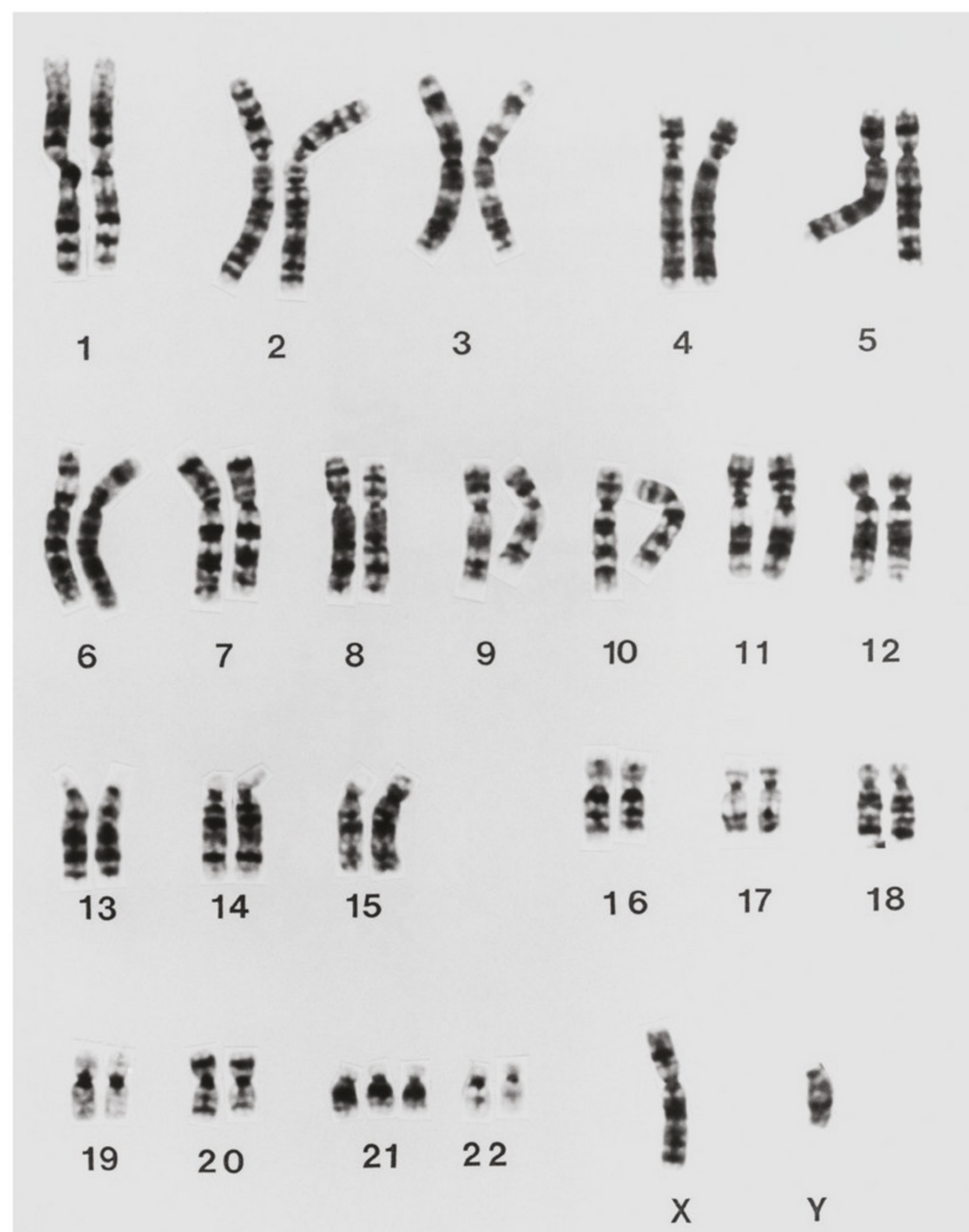
3 Het syndroom van Down

In extra basisstof 10 heb je geleerd dat eventuele afwijkingen in de chromosomen al bij ongeboren kinderen kunnen worden opgespoord met een vlokcentest of een vruchtwaterpunctie. In deze verrijkingstof leer je meer over één van deze chromosoomafwijkingen: het **syndroom van Down**. Je moet vragen beantwoorden en een interview afnemen.

Bij een vlokcentest en bij een vruchtwaterpunctie wordt chromosoom-onderzoek gedaan. Van de chromosomen kan vervolgens een **chromosomenportret** worden gemaakt. Dat is een afbeelding waarbij alle chromosomen uit een cel in paren zijn gerangschikt. In afbeelding 5 heb je al zo'n chromosomenportret gezien.

Soms kan uit een chromosomenportret blijken dat er extra chromosomen voorkomen of dat er chromosomen ontbreken. In afbeelding 96 is het chromosomenportret weergegeven van een persoon met het syndroom van Down. In de celkernen van deze persoon komt het 21e chromosoom in drievoud voor. Men spreekt daarom ook wel van **trisomie 21**. Het afwijkende chromosomenaantal veroorzaakt een typisch uiterlijk en vaak een achterstand in de geestelijke ontwikkeling. Toch hebben mensen met het syndroom van Down soms een betaalde baan (zie afbeelding 97).

► **Afb. 96** Chromosomenportret van een persoon met het syndroom van Down.



Het syndroom van Down ontstaat als het 21e chromosoom dubbel voorkomt in één van de geslachtscellen die betrokken is bij de bevruchting. De oorzaak hiervan is vermoedelijk een afwijkend verloop van de celdeling waaruit geslachtscellen ontstaan.

Een geslachtscel waarin het 21e chromosoom dubbel voorkomt, heeft 24 chromosomen. Bij bevruchting kan zo'n geslachtscel versmelten met een normale geslachtscel met 23 chromosomen. Er ontstaat dan een bevruchte eicel met 47 chromosomen. Deze bevruchte eicel groeit uit tot een persoon met in elke lichaamscel 47 chromosomen.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 43

► **Afb. 97** Een man met het syndroom van Down aan het werk.



▼ **Afb. 98**

Ik ben trots op mijn dochter

Een moeder van een kind met het syndroom van Down vertelt: 'De meeste ouders zijn veel ouder als zij een kind krijgen met het syndroom van Down, maar ik kreeg mijn kind op jonge leeftijd. Dat was voor ons geen keuze, maar ik kan nu trots zijn op mijn dochter. Geestelijk en lichamelijk gehandicapten hebben iets te bieden aan niet-gehandicapten. Je kunt veel leren

van iemand met het syndroom van Down. Mijn dochter kan heel spontaan, enthousiast en eerlijk zijn. Ze kan erg veel liefde geven en ze is vaak erg gelukkig. Ze heeft mijn leven rijker gemaakt. Het is niet alleen maar zonneshijn natuurlijk. Ze vraagt veel zorg en ze doet soms heel onschuldig, maar je moet haar goed in de gaten houden.'

6

Ecologie



BASISSTOF

- 1 Wat is ecologie?
- 2 Voedselrelaties
- 3 Kringlopen
- 4 Piramides
- 5 Populaties
- 6 Successie
- 7 Aanpassingen bij dieren
- 8 Aanpassingen bij planten

EXTRA BASISSTOF

- 9 Autotroof en heterotroof
- 10 De energiestroom in een ecosysteem

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

- Samenvatting
- Diagnostische toets

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Ecosystemen in Nederland
- 2 De strooisellaag
- 3 Samenleven



Dit thema heet: Ecologie. In dit thema leer je over organismen in relatie met hun omgeving. Organismen hebben voedingsstoffen nodig, die ze uit hun omgeving opnemen. Veel organismen dienen zelf weer als voedsel voor andere organismen. Uiteindelijk gaan alle organismen dood. De stoffen waaruit ze bestaan, worden echter opnieuw gebruikt. In dit thema leer je hoe stoffen door kringlopen in de natuur niet verloren gaan.

In de loop van de tijd zijn soorten ontstaan met specifieke aanpassingen aan hun omgeving. Je leert een aantal van deze aanpassingen bij planten en dieren kennen.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Wat is ecologie?

Het **milieu** (de leefomgeving) heeft invloed op organismen. Maar op hun beurt beïnvloeden organismen ook het milieu. Planten geven bijvoorbeeld zuurstof af aan het milieu en regenwormen maken gangen waardoor de bodem luchtiger wordt. Het deel van de biologie dat de **relaties** (betrekkingen) tussen organismen en hun milieu onderzoekt, heet **ecologie**. Ecologen onderzoeken bijvoorbeeld waardoor het aantal vissen in de Nederlandse wateren afneemt (zie afbeelding 1).

▼ Afb. 1

Ecoloog

‘Hallo, ik ben Bas. Ik werk als ecoloog bij een adviesbureau voor water en ecologie. Wij onderzoeken onder andere de trek van vissen. In de twintigste eeuw is het aantal vissoorten in de Nederlandse wateren sterk afgenomen. Zalm en steur zijn bijvoorbeeld verdwenen.

In de afgelopen jaren zijn er maatregelen genomen om overbevissing te voorkomen en om de vervuiling tegen te gaan. Met een aantal vissoorten gaat het nu beter, maar dat geldt niet voor de trekvissen. Zij kunnen de dammen en stuwen die in de rivieren zijn aangelegd niet passeren.

Wij doen onderzoek naar maatregelen die ervoor zorgen dat vissen wel een stuw of dam kunnen passeren. Hiervoor ontwerpen we bijvoorbeeld een vistrap (zie foto). Wij onderzoeken ook wat het effect is van een vistrap. We tellen bijvoorbeeld hoeveel vissen van elke soort een vistrap passeren.

In 2012 zijn er jonge steuren uitgezet in de Maas en de Waal. Als deze de weg naar zee vinden en over een aantal jaren weer terugkeren in de Nederlandse rivieren

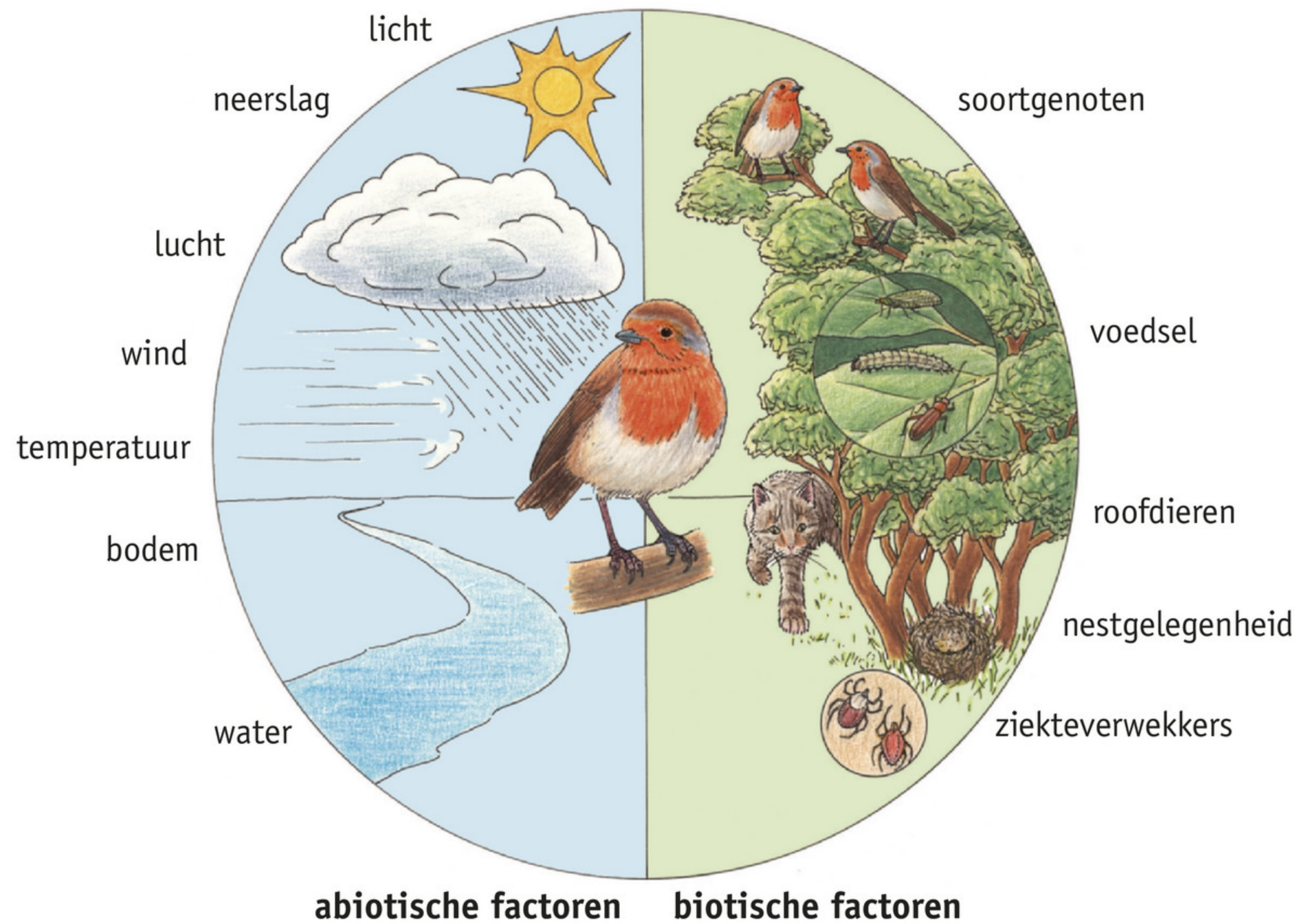
om hier eitjes af te zetten, is dat een teken dat het goed gaat met de natuur in Nederland. Als de visstand verbetert, heeft dit ook positieve gevolgen voor dieren die vis eten.’



De invloeden uit het milieu zijn in te delen in twee groepen. De invloeden die afkomstig zijn van de levende natuur noem je **biotische factoren**. Deze invloeden zijn afkomstig van andere organismen. De invloeden die afkomstig zijn van de levenloze natuur noem je **abiotische factoren**. In afbeelding 2 zie je biotische en abiotische factoren die van invloed zijn op een roodborstje.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 46

► **Afb. 2** Biotische en abiotische factoren.



DE NIVEAUS VAN DE ECOLOGIE

In klas 1 heb je geleerd dat biologie op verschillende niveaus wordt bestudeerd. In de ecologie is het vaak belangrijk om te weten welk **niveau** je onderzoekt (zie afbeelding 3).

Je kunt de relaties tussen één **individu** (een organisme) en het milieu onderzoeken. Je kunt bijvoorbeeld de invloed van de temperatuur op de groei van één olifant onderzoeken.

Een individu behoort tot een bepaalde **populatie**. Een populatie is een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten. Ook de relaties tussen een populatie en het milieu kun je bestuderen. Je kunt bijvoorbeeld de invloed van de hoeveelheid regen op een populatie olifanten onderzoeken.

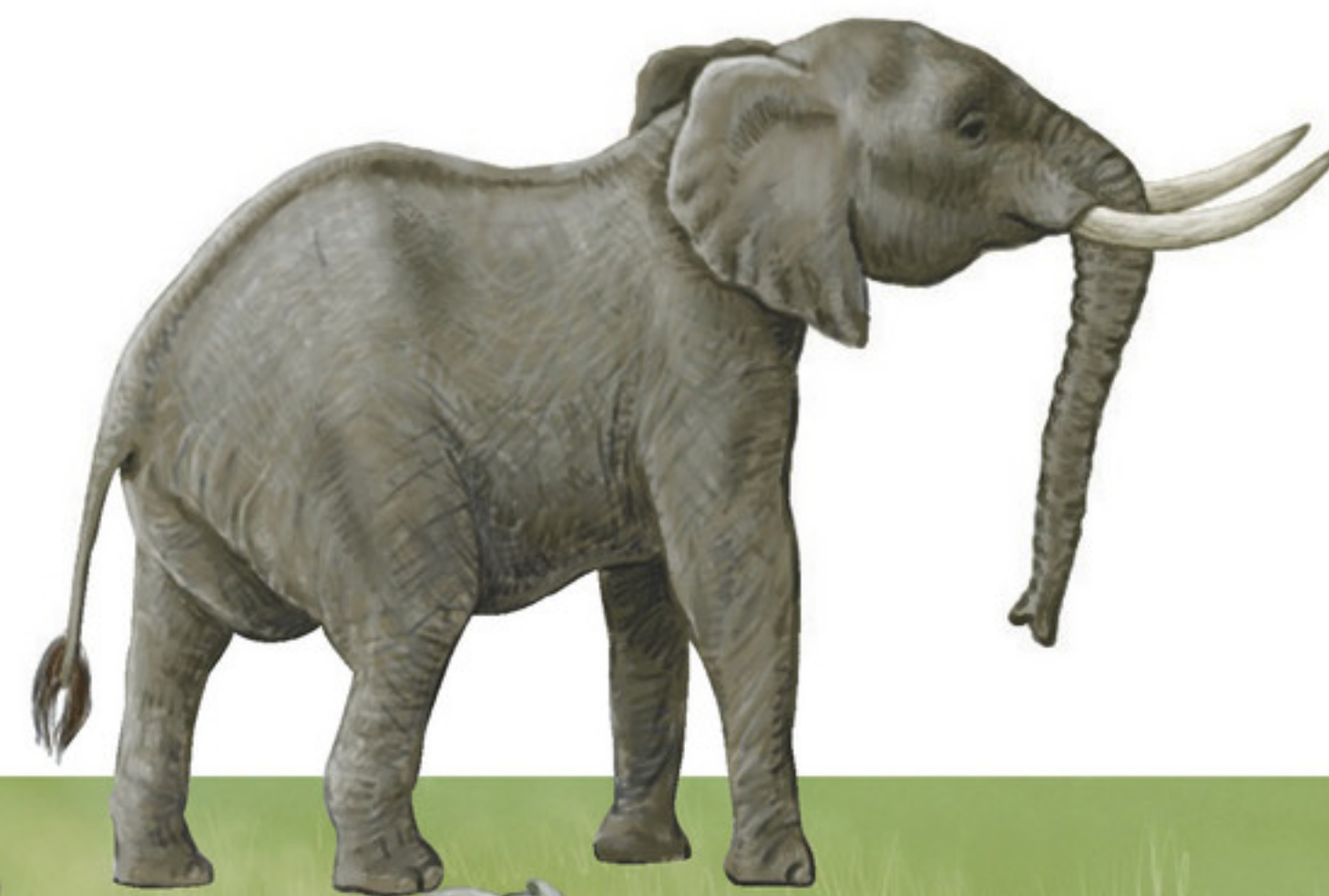
In een bepaald gebied leven populaties van verschillende soorten. Deze populaties vormen samen een **levensgemeenschap**. De levensgemeenschap in een bos bestaat uit populaties van eiken, beuken, adelaarsvarens, regenwormen, spitsmuizen, koolmezen, vossen en nog veel meer soorten. Alle populaties in een bos beïnvloeden elkaar. Daarnaast hebben abiotische factoren, zoals temperatuur, water en het soort bodem, een belangrijke invloed in een bos. Al de abiotische factoren in een bepaald gebied noem je de **biotoop**. In een bos vormt de levensgemeenschap samen met de biotoop een eenheid. Dit geldt niet alleen voor een bos, maar ook voor andere gebieden.

Een **ecosysteem** is een bepaald gebied waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen. Voorbeelden van ecosystemen zijn een duingebied, een bos, een sloot en een weiland.

WB OPDRACHT 3 EN 4 BLZ. 47

► **Afb. 3** De niveaus van de ecologie.

1 individu



2 populatie



3 levensgemeenschap

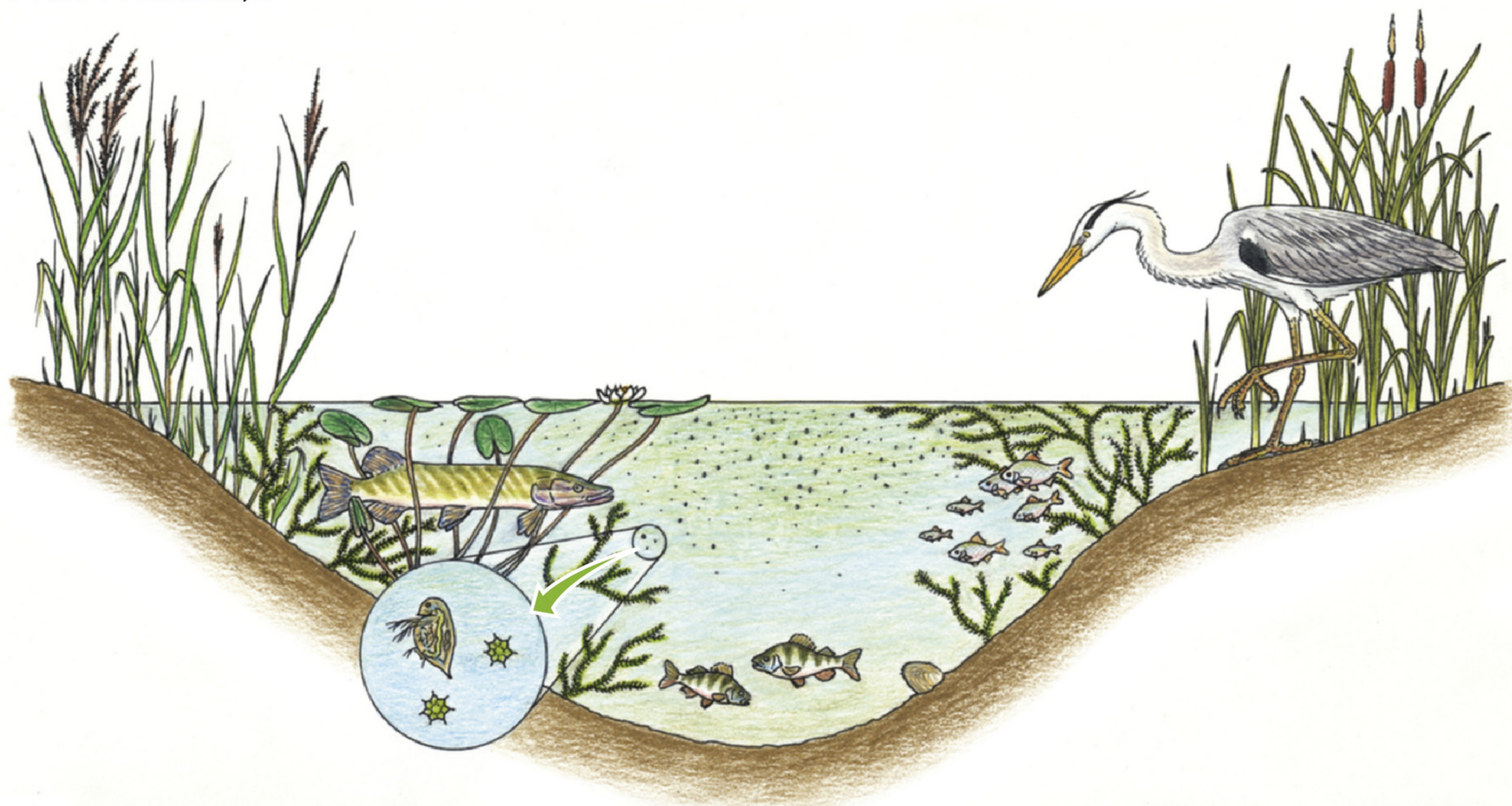


4 ecosysteem



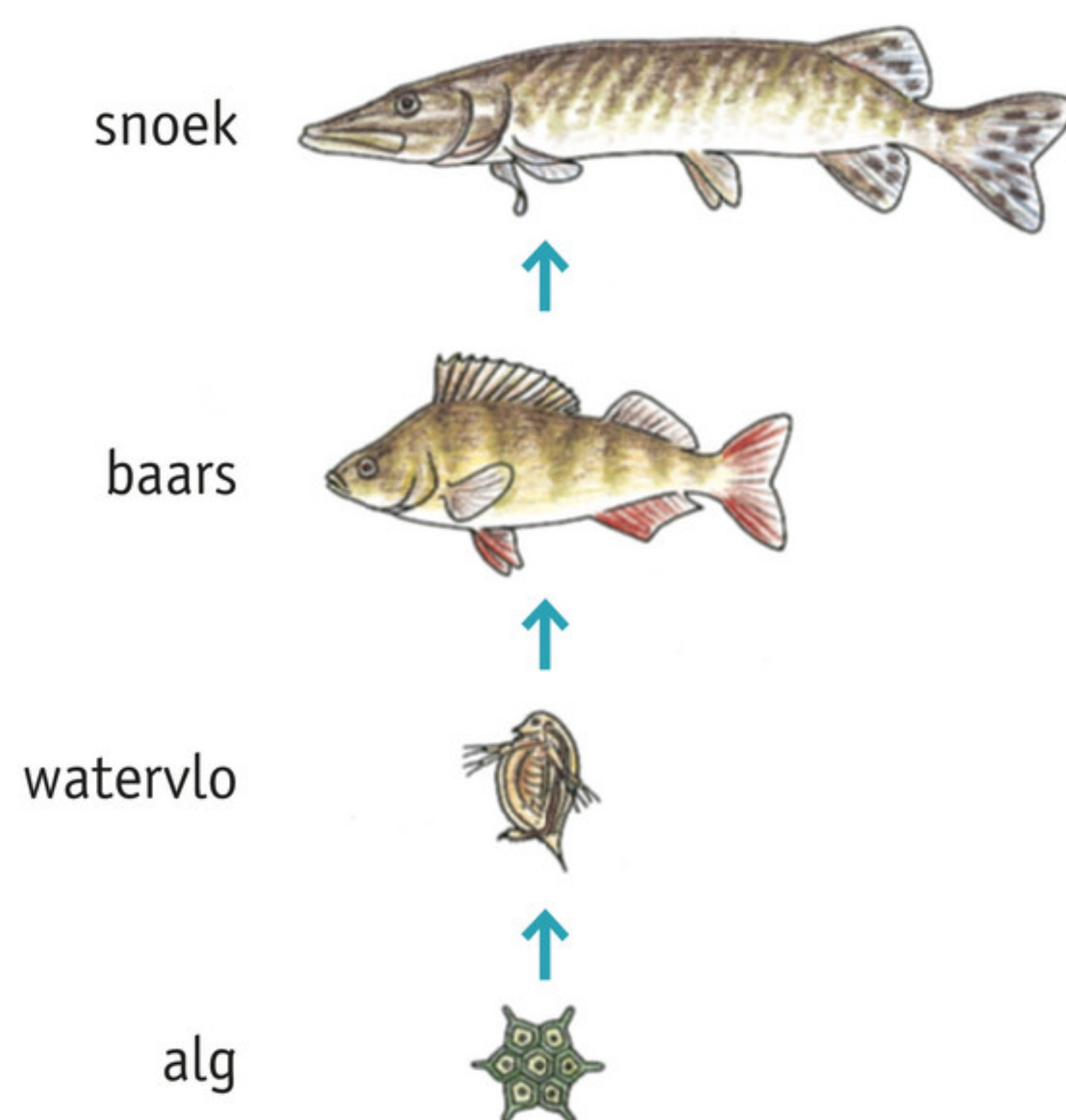
2 Voedselrelaties

▼ **Afb. 4** Een meertje.



In afbeelding 4 is een doorsnede van een meer met enkele organismen getekend. In de uitvergroting zie je een watervlo. Watervlooien zijn **planteneters**. Ze eten algen. Je ziet ook baarzen. Baarzen eten watervlooien. Het zijn **vleeseters**. Je ziet ook een snoek. Snoeken eten onder andere baarzen.

▼ **Afb. 5** Een voedselketen.



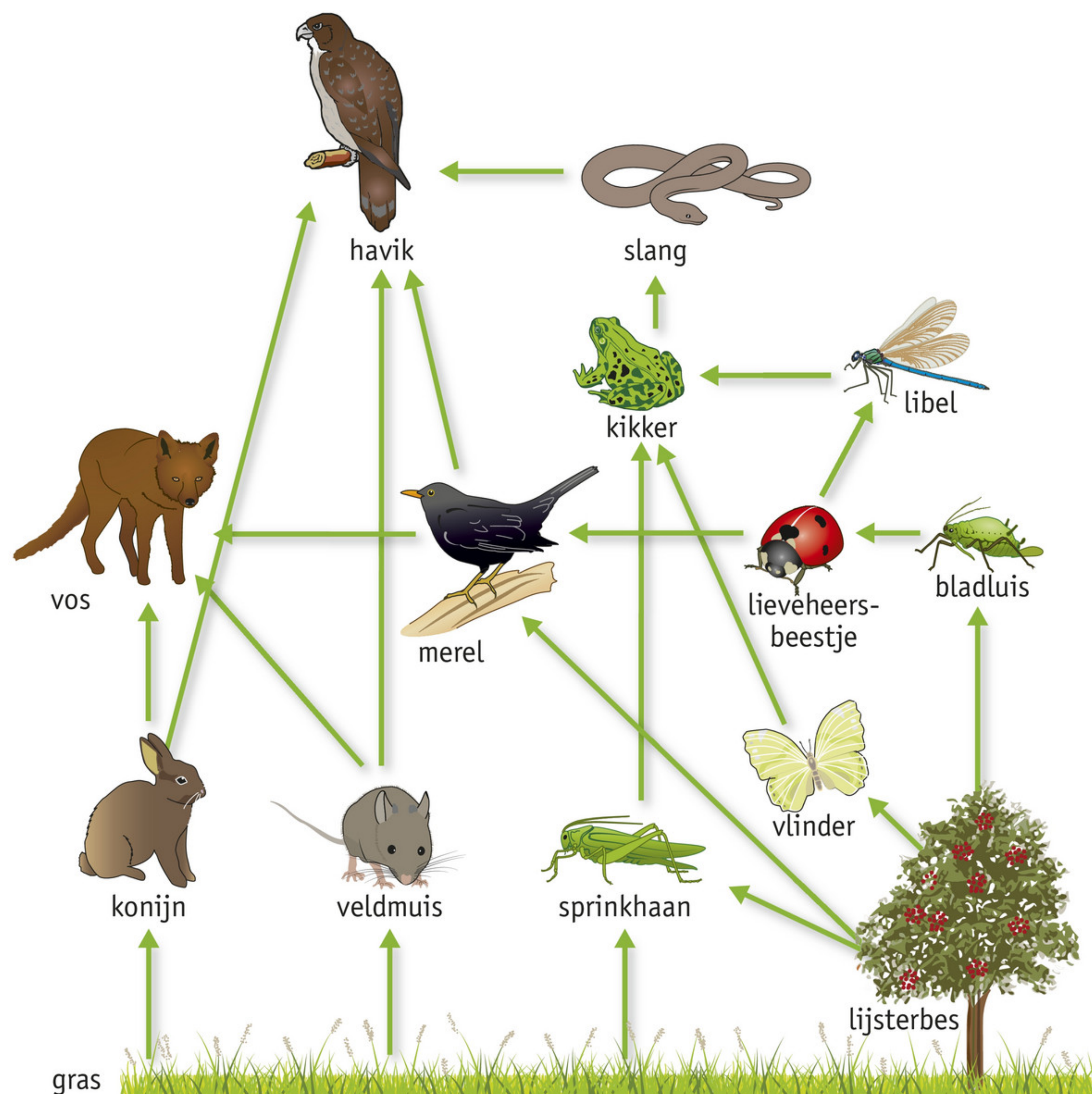
Alg, watervlo, baars en snoek vormen een **voedselketen** (zie afbeelding 5). Een voedselketen is een reeks soorten, waarbij elke soort voedselbron is voor de volgende soort. In de voedselketen van afbeelding 5 is de eerste schakel een plantensoort. Alle voedselketens beginnen met een plantensoort. Vervolgens gaat er een pijl naar de tweede schakel: een planteneter. Van de planteneter kan een pijl naar de derde schakel gaan: een vleeseter.

In werkelijkheid is er in een ecosysteem nooit sprake van één voedselketen. Elke soort kan tot voedsel dienen van veel andere soorten. In een ecosysteem lopen dan ook meerdere voedselketens door elkaar. Het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem noem je een **voedselweb** of **voedselnet**. In afbeelding 6 is een voedselweb weergegeven.

In een voedselweb komen behalve planteneters en vleeseters ook **alleseters** voor. Een merel is een voorbeeld van een alleseter (zie afbeelding 7).

WB OPDRACHT 5 T/M 7 BLZ. 49

► **Afb. 6** Een voedselweb.



► **Afb. 7** Een merel is een alleseter.



1



2

▼ Afb. 8 Consumenten.



1 planteneter (koe)



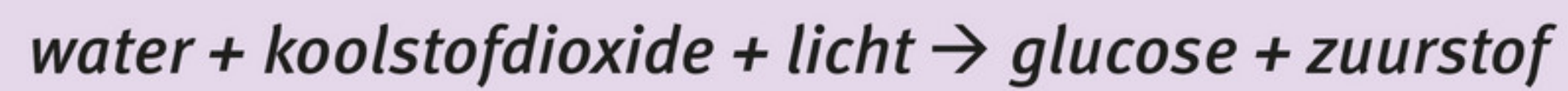
2 vleeseter (Amerikaanse zeearend)



3 alleseter (mens)

PRODUCENTEN, CONSUMENTEN EN REDUCENTEN

In deel 1 heb je geleerd dat in planten fotosynthese plaatsvindt. Je kunt de fotosynthese in een schema weergeven:



De glucose die bij de fotosynthese ontstaat, gebruikt de plant om de stoffen te maken waaruit hij zelf bestaat. Hiervoor heeft de plant ook **mineralen** (voedingsstoffen uit de bodem) nodig. Planten leveren het voedsel voor alle andere organismen. We noemen planten daarom **producenten**. Producenten vormen altijd de eerste schakel van een voedselketen.

Dieren eten (consumeren) de stoffen die door planten zijn gemaakt. We noemen dieren daarom **consumenten**. Dieren bevinden zich in de tweede en volgende schakels van een voedselketen. Planteneters vormen de tweede schakel van een voedselketen, in de derde en volgende schakels komen de vleeseters. In een voedselketen worden de producenten gegeten door **consumenten van de eerste orde**. Zij worden op hun beurt gegeten door **consumenten van de tweede orde**, enzovoort.

Niet alle planten en dieren worden gegeten. Ze kunnen ook gewoon doodgaan. De dode resten van planten en dieren worden dan als voedsel gebruikt door **afvaleters** (zie afbeelding 9). De resten die de afvaleters achterlaten, worden verder afgebroken door bacteriën en schimmels. We noemen bacteriën en schimmels daarom **reduceren**.

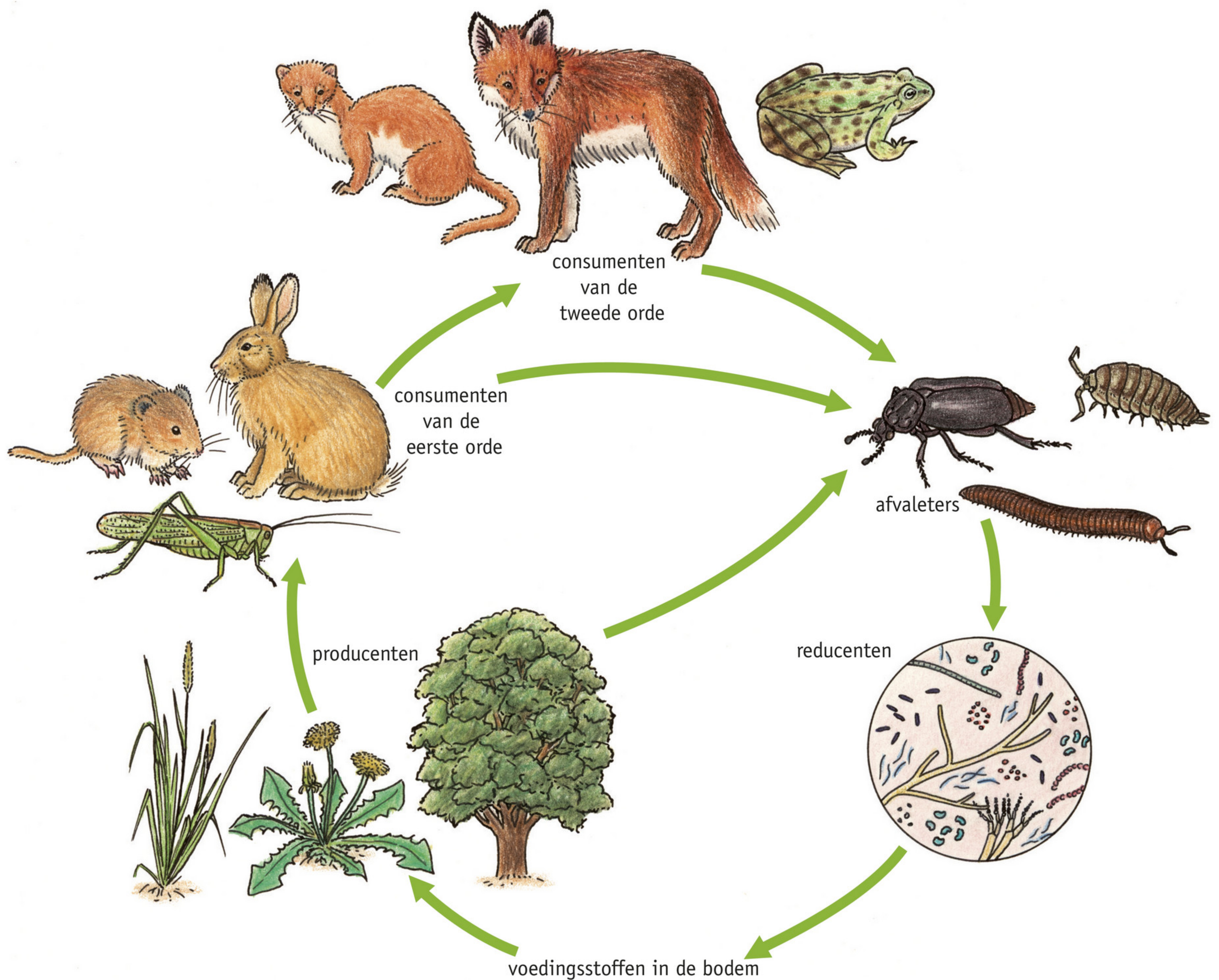
▼ Afb. 9 Afvaleters.



Reducenten zetten de stoffen uit de dode resten van organismen om in koolstofdioxide, water en mineralen. Koolstofdioxide en water kunnen weer door producenten worden opgenomen en bij de fotosynthese worden verbruikt. Ook de mineralen kunnen weer door producenten worden opgenomen. Stoffen van planten komen dus via dieren, afvaleters, bacteriën en schimmels uiteindelijk weer bij planten terecht. In de natuur maken alle stoffen een **kringloop** door (zie afbeelding 10).

WB OPDRACHT 8 T/M 10 BLZ. 50

▼ Afb. 10 De kringloop van stoffen.



3 Kringlopen

In een ecosysteem doorloopt elke stof een kringloop. In deze basisstof leer je de kringloop van water en die van koolstof kennen.

DE KRINGLOOP VAN WATER

Alle organismen hebben water nodig om te kunnen leven. Je krijgt water binnen als je drinkt of eet. Water verlaat je lichaam met de urine of met zweet. In thema 1 Verbranding en ademhaling heb je geleerd dat ook door het uitademen water(damp) je lichaam verlaat.

In de natuur doorloopt water een kringloop. Het meeste water bevindt zich in de oceanen en zeeën. Samen bedekken deze ongeveer 75% van het aardoppervlak (zie afbeelding 11). In de oceanen en zeeën vindt **verdamping** van water plaats, vooral als het warm is. De **waterdamp** die ontstaat, stijgt omhoog. Het wordt dan kouder, waardoor **condensatie** plaatsvindt. Er ontstaan kleine waterdruppels die wolken vormen. Als de druppels in de wolken groter worden, gaat het regenen. Als de temperatuur erg laag is, kunnen sneeuwvlokken of hagelstenen ontstaan.

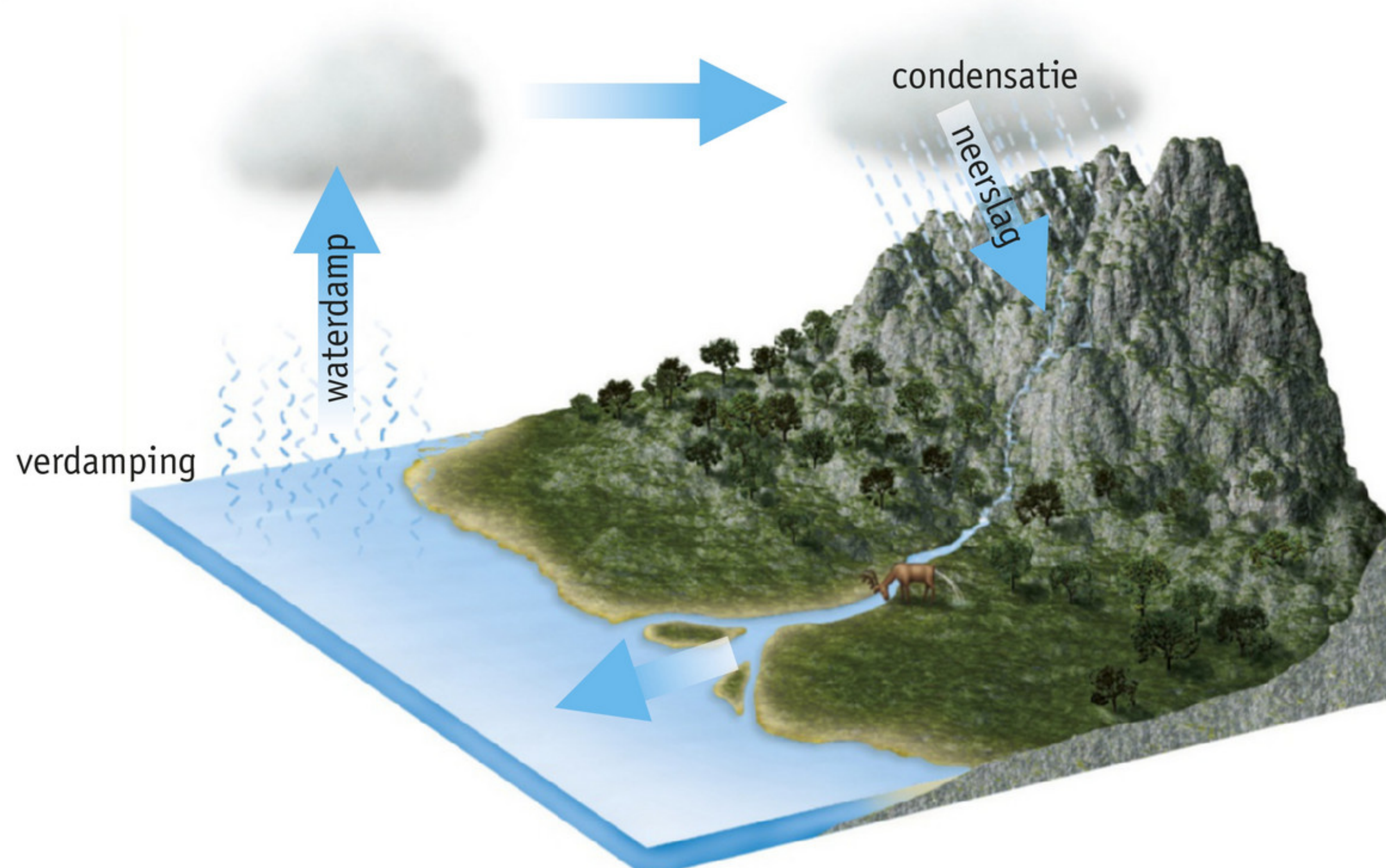
Door **neerslag** (regen, sneeuw of hagel) keert het water dat is verdampt uit de oceanen en zeeën terug op het aardoppervlak. Het water verzamelt zich in rivieren en stroomt terug naar de oceanen en zeeën. Zo is de kringloop van water compleet (zie afbeelding 12).

▼ **Afb. 11** Oceanen en zeeën bedekken ongeveer 75% van het aardoppervlak.



WB OPDRACHT 11 BLZ. 54

▼ **Afb. 12** De kringloop van water.



DE KRINGLOOP VAN KOOLSTOF

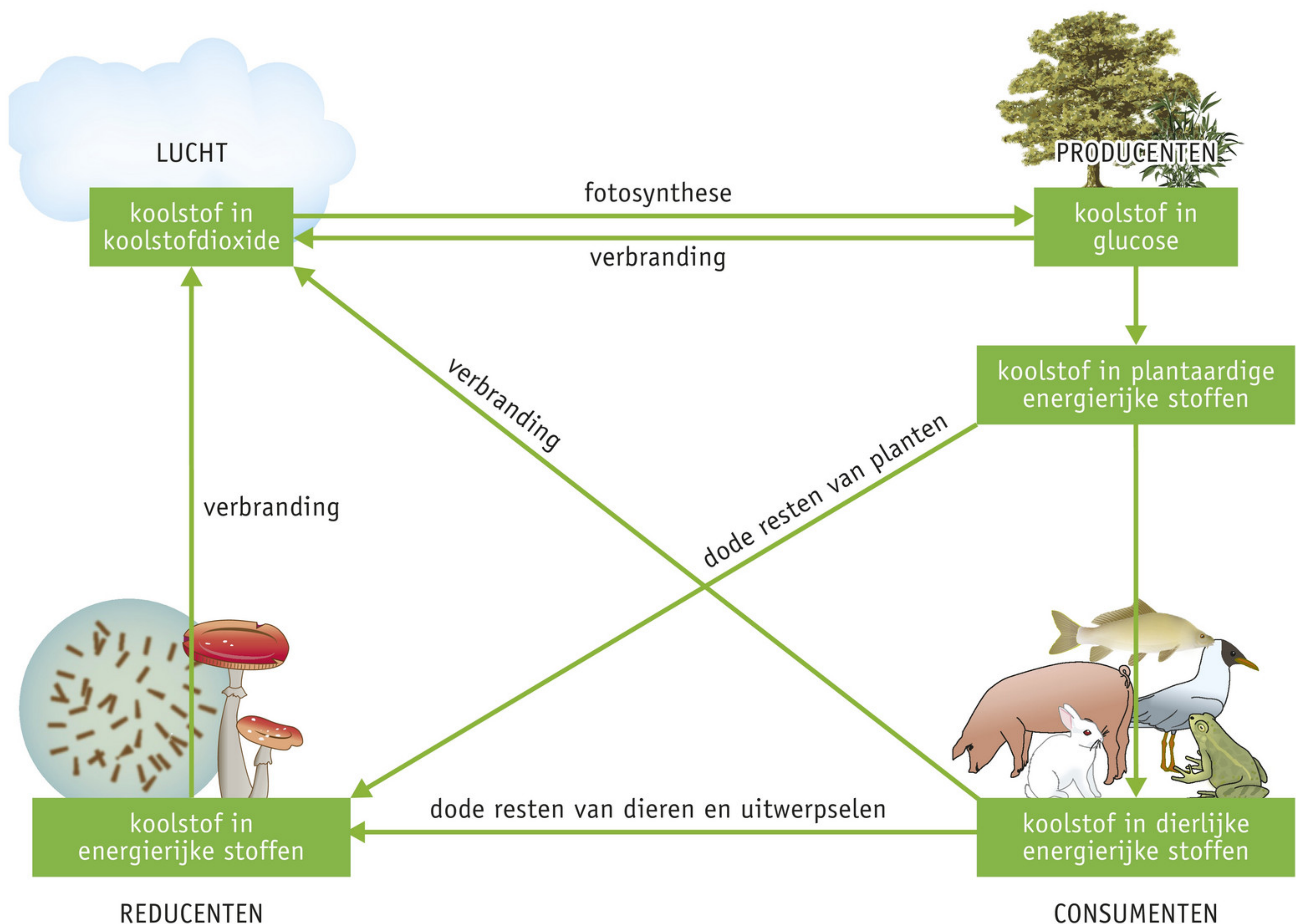
In afbeelding 13 is de kringloop van koolstof schematisch weergegeven. In deze afbeelding is te zien in welke vorm koolstof voorkomt in de lucht, in planten, in dieren en in bacteriën en schimmels.

In de lucht komt **koolstofdioxide** voor. Koolstofdioxide-moleculen bestaan uit zuurstof- en koolstofatomen. Planten (producenten) nemen bij de fotosynthese koolstofdioxide op uit de lucht. Er ontstaat **glucose** en zuurstof. Glucosemoleculen bestaan onder andere uit koolstofatomen die afkomstig zijn van koolstofdioxide.

Glucose is een energierijke stof. In thema 1 Verbranding en ademhaling heb je geleerd dat glucose in je lichaam als brandstof wordt verbruikt. De energie in de glucose komt dan vrij. Deze energie heb je nodig voor levensprocessen zoals bewegen of het handhaven van je lichaamstemperatuur.

Planten verbruiken zelf een deel van de gevormde glucose. In cellen zonder bladgroen en in het donker wordt glucose verbrand om energie vrij te maken. Hierbij ontstaat koolstofdioxide, dat de planten afgeven aan de lucht. Een ander deel van de gevormde glucose gebruikt de plant om allerlei andere energierijke stoffen te maken (koolhydraten, eiwitten en vetten). De koolstofatomen komen zo terecht in energierijke plantaardige stoffen.

▼ **Afb. 13** De koolstofkringloop (schematisch).



Als een plant wordt gegeten door een dier, komen de energierijke stoffen uit de planten in het dier terecht. Een deel van deze stoffen dient als brandstof in de cellen van het lichaam van dieren. Hierbij ontstaat ook koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven. Een ander deel van de energierijke stoffen dient als bouwstof. De koolstof komt nu voor in de energierijke stoffen van dieren (koolhydraten, eiwitten en vetten). Ten slotte wordt nog een deel van de plantaardige stoffen niet verteerd; dit deel verlaat het lichaam van het dier met de uitwerpselen (zie afbeelding 14).

Een dier kan op zijn beurt worden gegeten door een ander dier of door een mens. Zo kan de koolstof van het ene organisme terechtkomen in het andere organisme.

Planten en dieren sterven ook zonder te worden gegeten. De stoffen in de dode resten van organismen en in de uitwerpselen van dieren worden opgenomen door bacteriën en schimmels (reducenten). Bacteriën en schimmels verbruiken het grootste deel van de opgenomen energierijke stoffen als brandstoffen bij de verbranding. Hierbij ontstaat weer koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven. Bacteriën en schimmels ruimen de dode resten van organismen op en brengen de koolstof uit deze dode resten weer terug in de lucht (zie afbeelding 15).

WB OPDRACHT 12 T/M 14 BLZ. 55

▼ **Afb. 14** Een deel van de plantaardige stoffen verlaat het lichaam van een dier met de uitwerpselen.



▼ **Afb. 15** Door de afbraak door reducenten komt weer koolstofdioxide in de lucht.



4 Piramides

▼ **Afb. 16** Voedselketen.

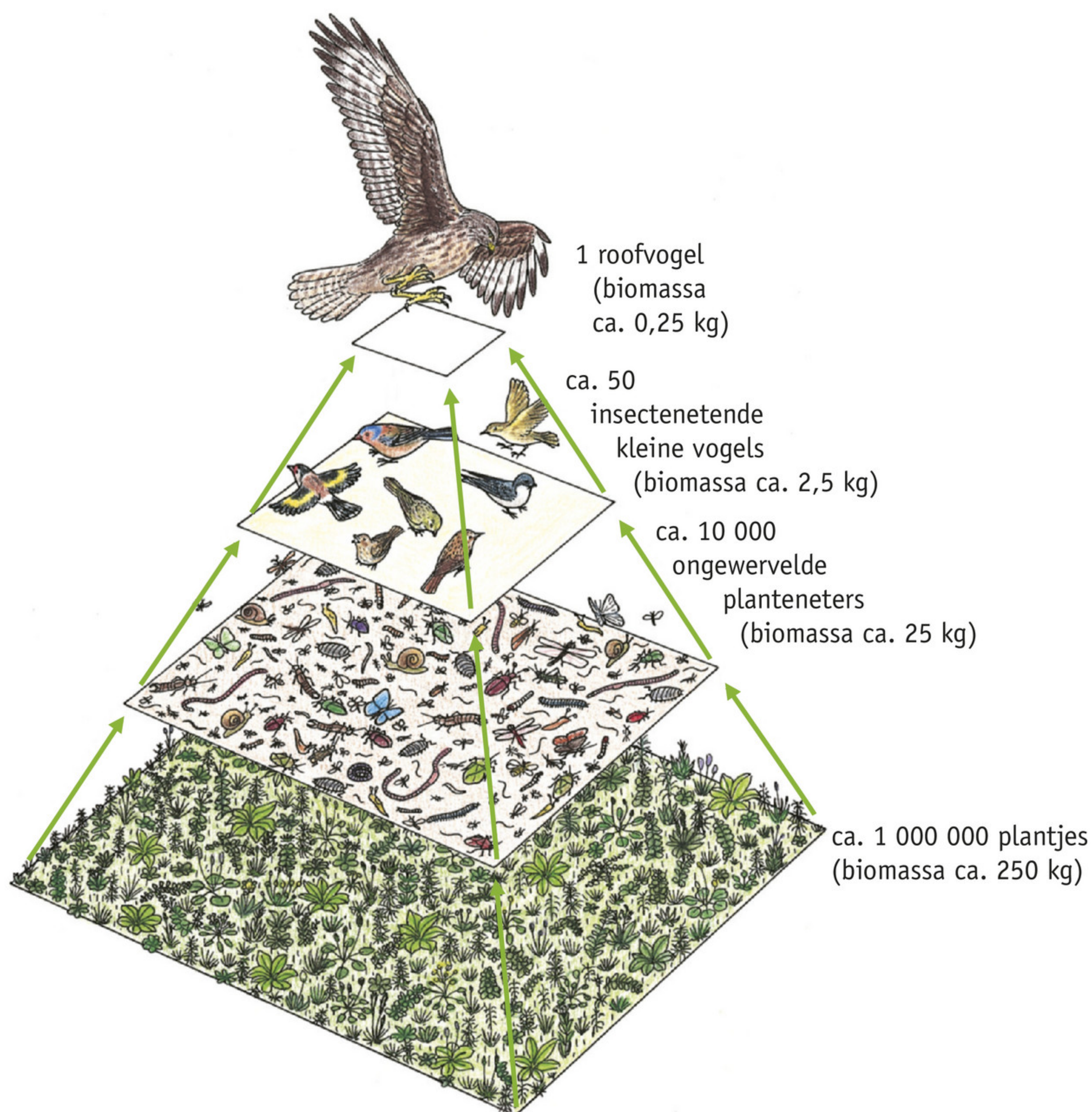


In een ecosysteem vormen alle voedselrelaties samen een voedselweb. Zo'n voedselweb is meestal te ingewikkeld om het goed te kunnen bestuderen. Door alle organismen van een ecosysteem in te delen in producenten, consumenten van de eerste orde, consumenten van de tweede orde, enzovoort ontstaat een eenvoudige voedselketen (zie afbeelding 16). Die is veel gemakkelijker te bestuderen.

PIRAMIDE VAN AANTALLEN

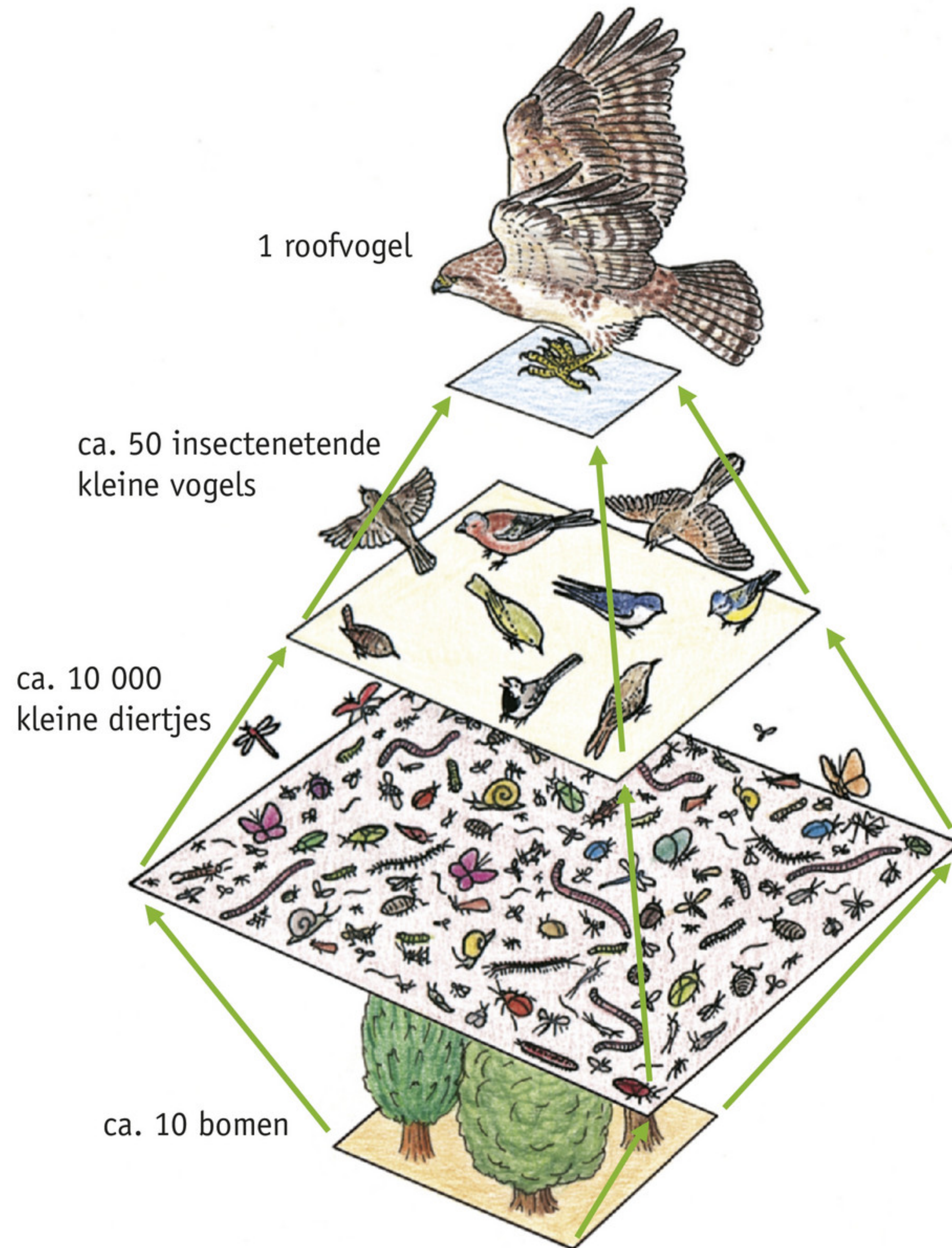
Een voedselketen bestaat uit een opeenvolging van soorten organismen. Als je kijkt naar aantallen organismen, neemt dat aantal in iedere schakel af. Hoeveel individuen elke schakel van een voedselketen heeft, kun je weergegeven in een **piramide van aantallen**. In afbeelding 17 is zo'n piramide schematisch getekend.

▼ **Afb. 17** Een voedselketen, weergegeven als een piramide.

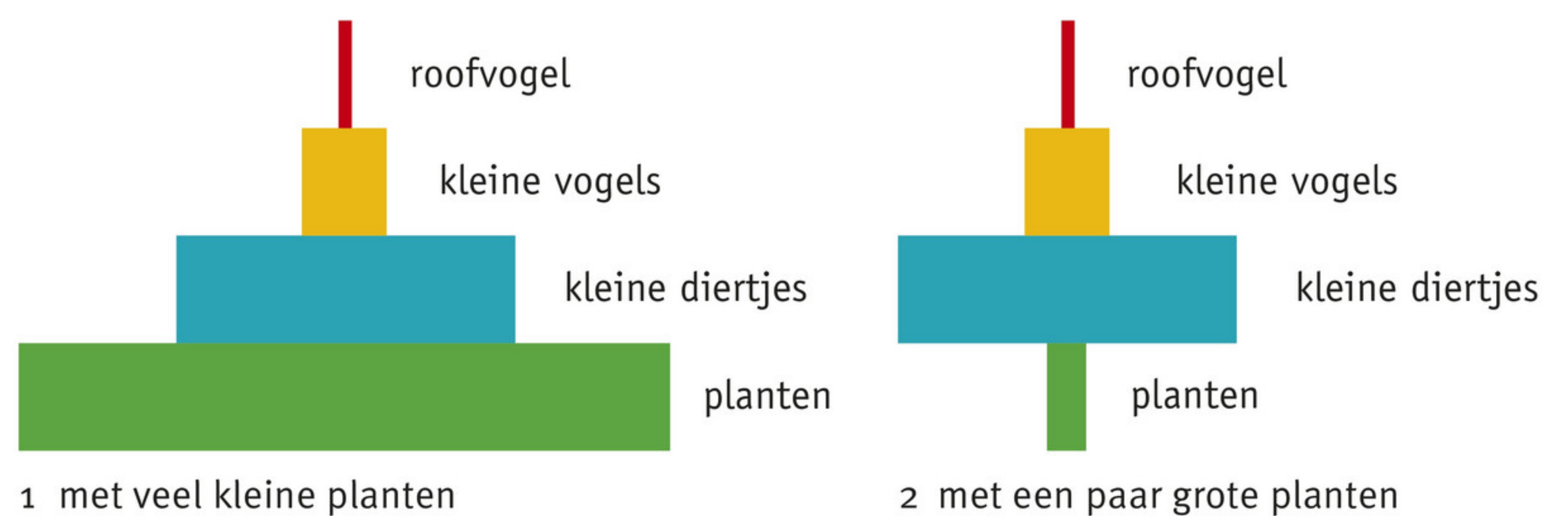


Niet altijd neemt het aantal individuen in elke volgende schakel af. Het aantal bomen in een bos bijvoorbeeld is kleiner dan het aantal planteneters (slakken, rupsen, kevers). Maar de talrijke planteneters dienen weer als voedsel voor een kleiner aantal vogels. In afbeelding 18 is zo'n afwijkende piramide van aantallen weergegeven. Piramides van aantallen worden vaak schematisch weergegeven op de manier van afbeelding 19.

▼ **Afb. 18** Een piramide van aantallen heeft niet altijd een piramidevorm.



► **Afb. 19** Piramides van aantallen.



PIRAMIDE VAN BIOMASSA

Elk organisme bestaat uit veel verschillende stoffen. Een aantal van deze stoffen is energierijk, zoals koolhydraten, eiwitten en vetten. Het totale gewicht van alle energierijke stoffen in een organisme noem je de **biomassa** van dat organisme.

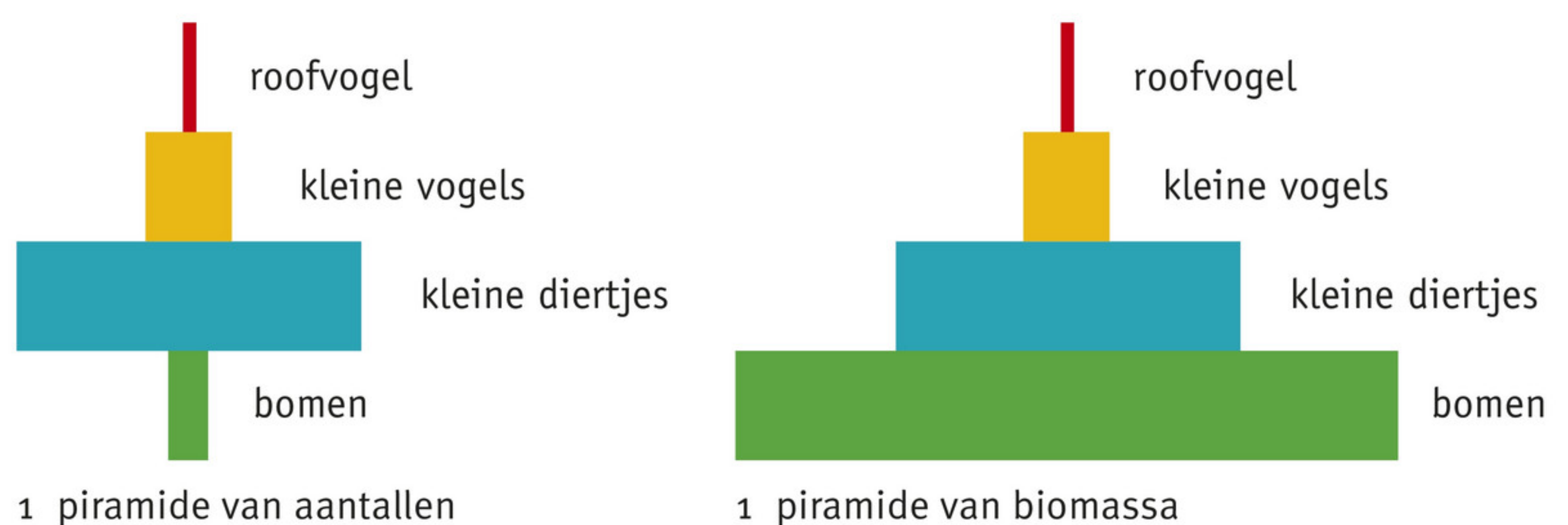
Van een voedselketen kun je ook nagaan hoeveel biomassa elke schakel heeft. Je moet dan de gezamenlijke biomassa van alle organismen van een schakel berekenen. In afbeelding 17 is bij elke schakel de biomassa weergegeven. Uit deze afbeelding blijkt dat de biomassa van de planten onder in de piramide veel groter is dan de biomassa van de planteneters daarboven. Deze biomassa is weer groter dan die van de insectenetende vogels, enzovoort.

De **piramide van biomassa** geeft de biomassa van elke schakel van een voedselketen weer en heeft altijd een piramidevorm. In afbeelding 18 heb je gezien dat de piramide van aantallen een afwijkende vorm kan hebben. In afbeelding 20 zie je dat ook bij deze ecosystemen de piramide van biomassa een piramidevorm heeft.

In een voedselketen wordt de biomassa in elke volgende schakel kleiner.

WB OPDRACHT 15 EN 16 BLZ. 57

► **Afb. 20** Piramides van dezelfde voedselketen.



5 Populaties

In een ecosysteem is een populatie van een bepaalde soort niet steeds even groot. Bij gunstige omstandigheden kan een populatie groter worden en bij ongunstige omstandigheden kleiner (zie afbeelding 21). Als alle biotische en abiotische factoren de meest gunstige waarden hebben, spreek je van **optimale omstandigheden**. De kans dat een populatie groeit, is dan het grootst.

Door ongunstige omstandigheden kunnen individuen sterven. Dit kan al het geval zijn als slechts één factor ongunstig is. De kans dat een populatie kleiner wordt, is dan groot.

▼ Afb. 21

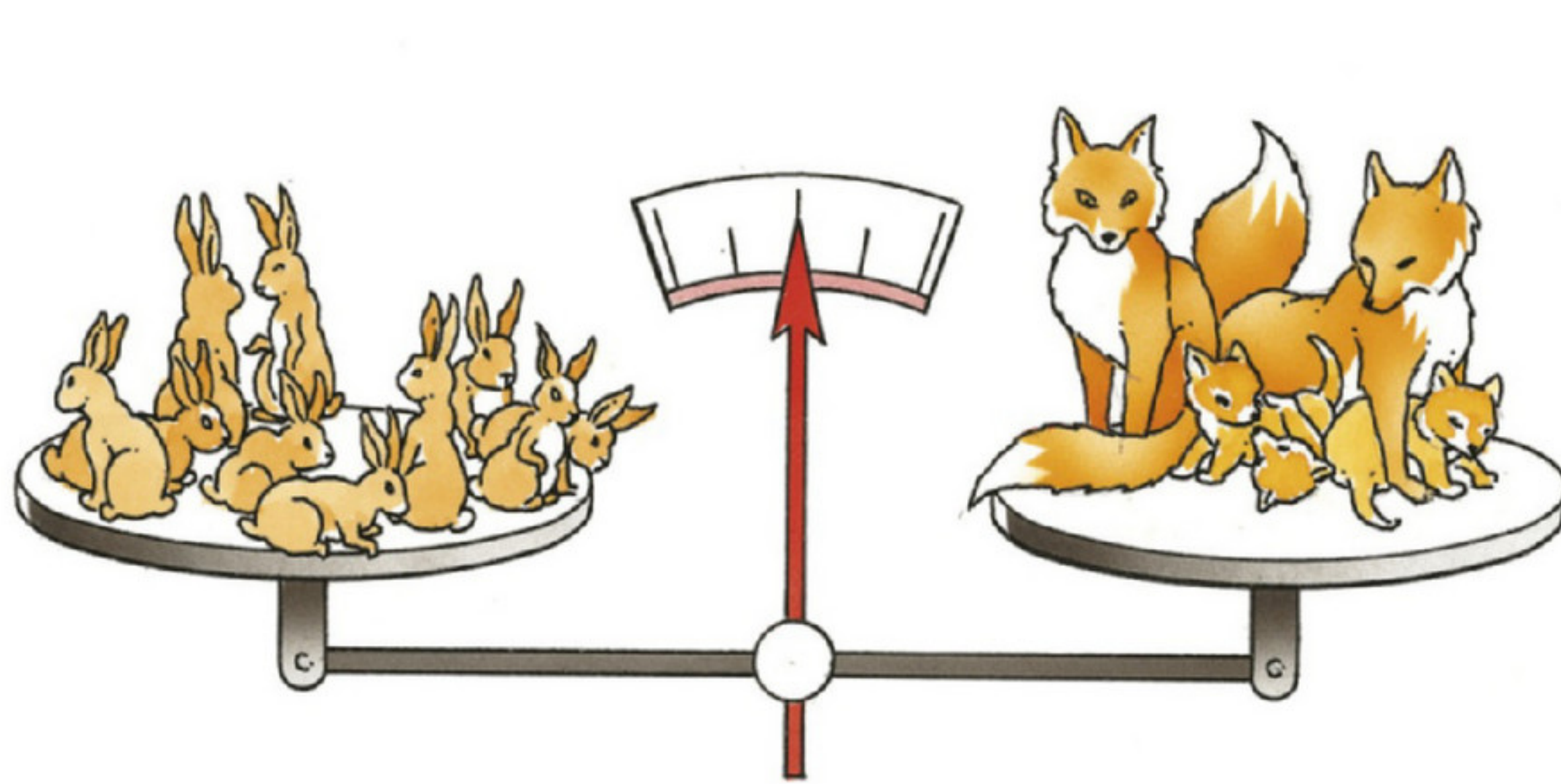
Wildslager

Hallo, ik ben Wijnand. Ik ben slager en heb mij gespecialiseerd in wild. De meesten van mijn vakgenoten bestellen bij een slachterij wat ze nodig hebben. Bij mij gaat dat anders. Ik ben afhankelijk van de hoeveelheid wild en die is niet ieder jaar hetzelfde. Het liefst koop ik wild in dat afkomstig is van de jacht in Nederland, maar soms moet ik toch wild inkopen dat afkomstig is uit andere landen.

Ik verkoop onder andere vlees van wilde zwijnen. Wilde zwijnen zoeken hun voedsel door in de bodem te wroeten. Ze komen daarbij van alles tegen, zoals wortels, noten en allerlei insecten. Hun belangrijkste voedselbronnen zijn eikels en beukenootjes. Per jaar valt er gemiddeld zo'n vijf miljoen kilo vruchten op de grond. Maar soms, zoals in 2014, valt er veel minder. Er is dan minder voedsel beschikbaar, waardoor minder jonge wilde zwijnen volwassen worden. Het jaar daarna zijn er dan minder wilde zwijnen. Dan mag er ook minder op wilde zwijnen worden gejaagd en kan ik minder vlees van wilde zwijnen verkopen. Er zijn ook jaren dat er meer vruchten op de grond vallen. In 2000 viel maar liefst tien miljoen kilo. Het jaar daarop was er dan ook veel vlees van wilde zwijnen te koop.

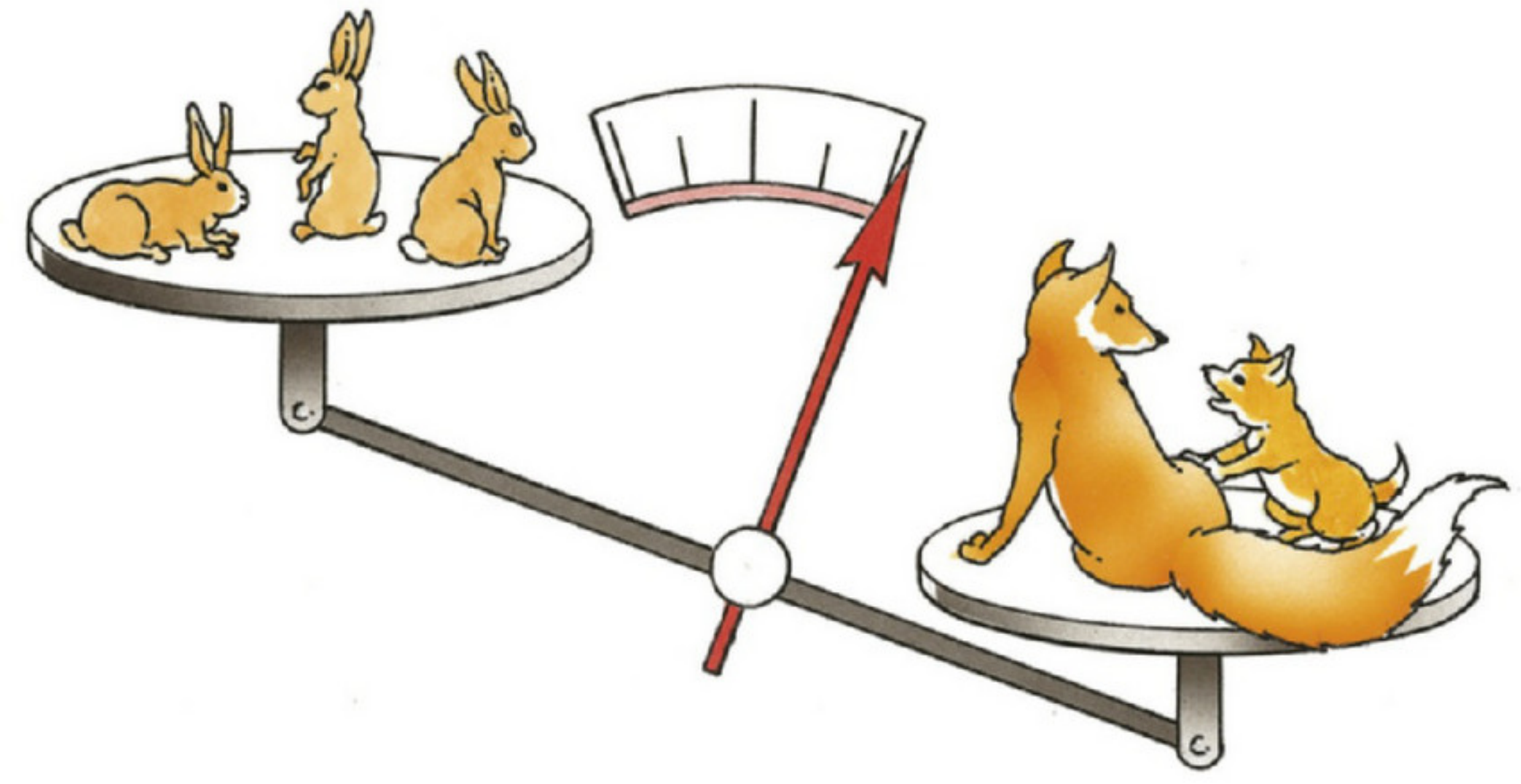


In veel ecosystemen worden de populaties soms groter, dan weer kleiner. Bij de meeste populaties schommelt de **populatiegrootte** door de jaren heen om een evenwichtswaarde. We noemen dat een **biologisch evenwicht**. In afbeelding 22 is het biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen schematisch weergegeven.

▼ **Afb. 22** Biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen (schematisch).

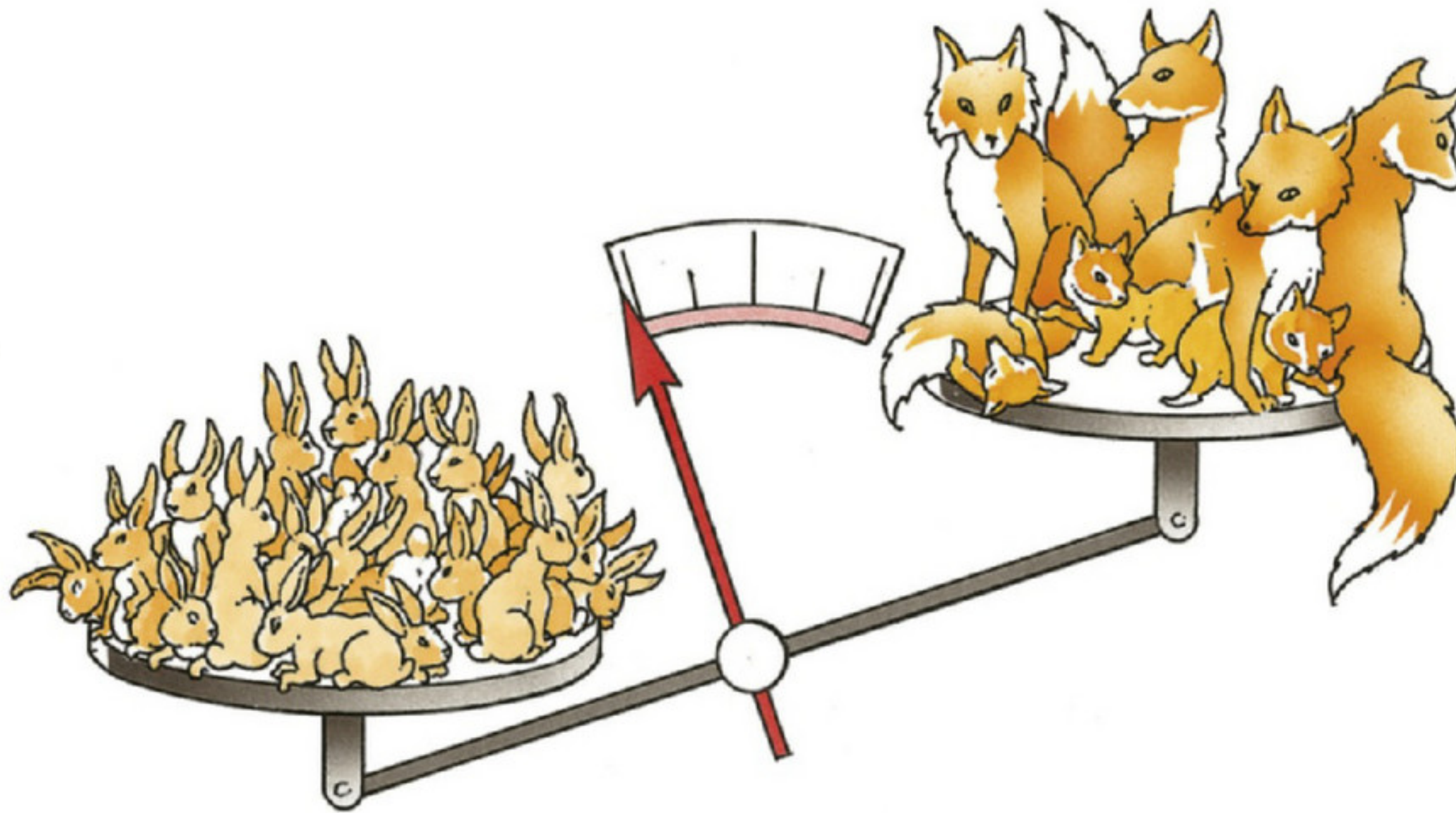
1e jaar

- normale weersgesteldheid: evenwicht



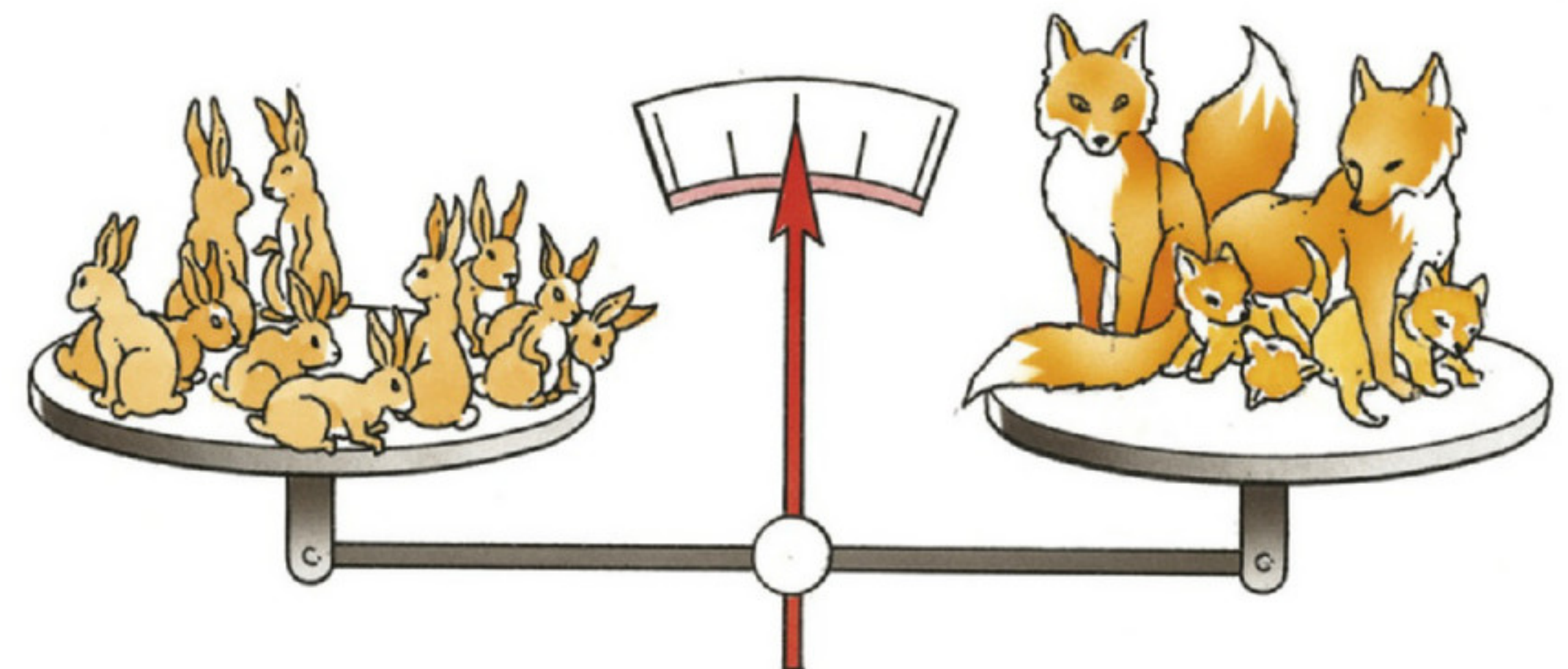
2e jaar

- gras groeit slecht door lage temperaturen en droogte
- konijnen sterven door voedselgebrek
- vossen trekken weg naar andere ecosystemen
- de vossen die blijven, brengen weinig jongen voort



3e jaar

- gras groeit snel door warm en vochtig weer
- konijnen krijgen veel jongen
- vossen van elders trekken het ecosysteem binnen



4e jaar

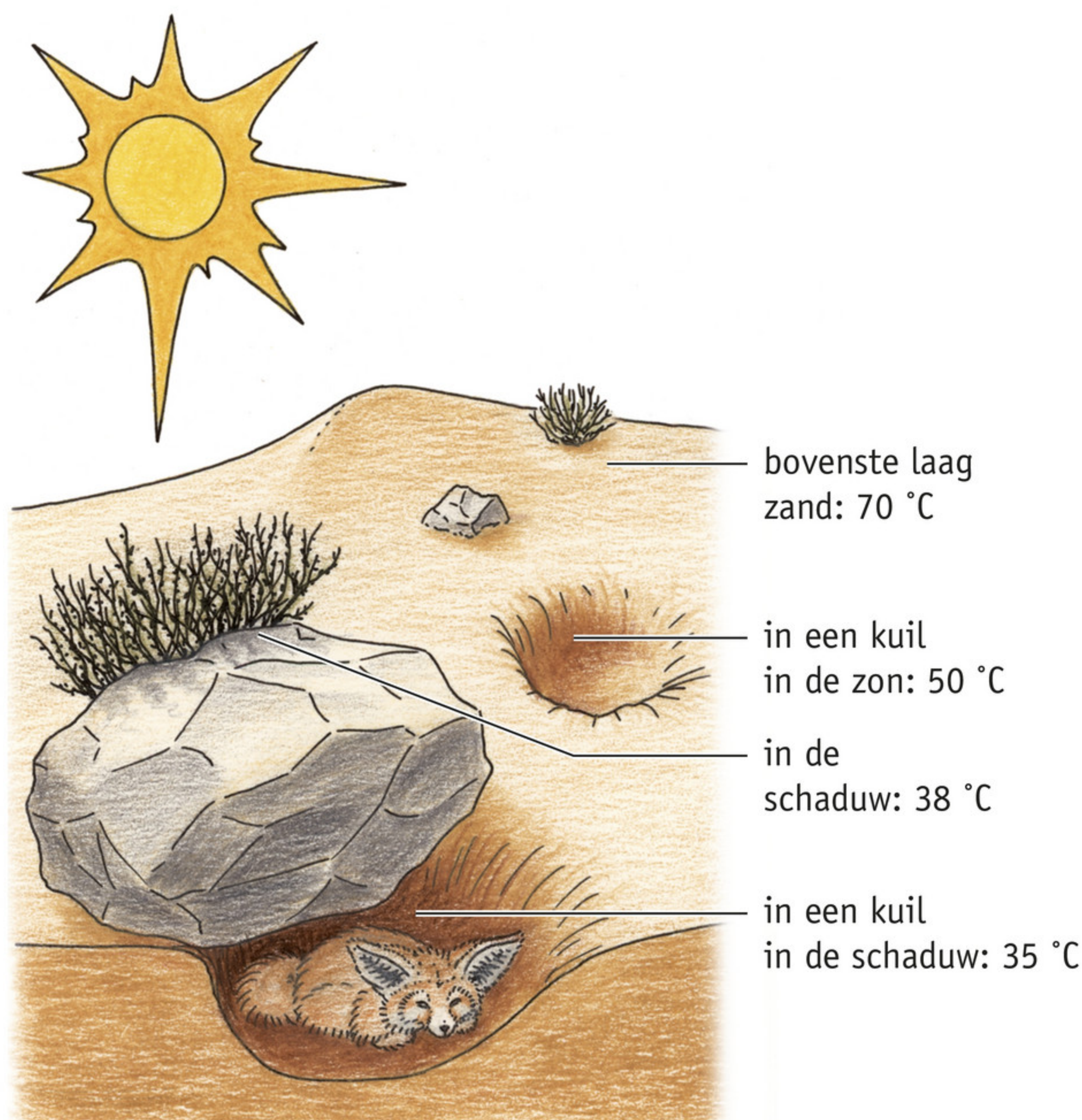
- normale weersgesteldheid: evenwicht

KLIMAAT

Verschillende biotische en abiotische factoren hebben invloed op de grootte van een populatie. Voorbeelden van biotische factoren zijn de beschikbare hoeveelheid voedsel, de aantallen natuurlijke vijanden en de aanwezige ziekteverwekkers. Voorbeelden van abiotische factoren zijn: bodemgesteldheid, temperatuur, licht, lucht (wind) en water (neerslag). De laatste vier factoren vormen samen het **klimaat**.

Planten en dieren hebben meestal aanpassingen aan het klimaat waarin ze leven. De aanpassingen zijn ontstaan tijdens de evolutie. Ijsberen hebben bijvoorbeeld aanpassingen tegen de kou en cactussen tegen de droogte. De omstandigheden in een ecosysteem kunnen sterk variëren. Planten en dieren moeten daarom schommelingen in de abiotische factoren kunnen verdragen. In woestijnen kan de temperatuur overdag wel 50 °C verschillen met de temperatuur 's nachts. Woestijnplanten moeten zulke sterke schommelingen kunnen verdragen. Woestijndieren kunnen de sterkste schommelingen vermijden door weg te kruipen op een beschutte plek (zie afbeelding 23).

► Afb. 23



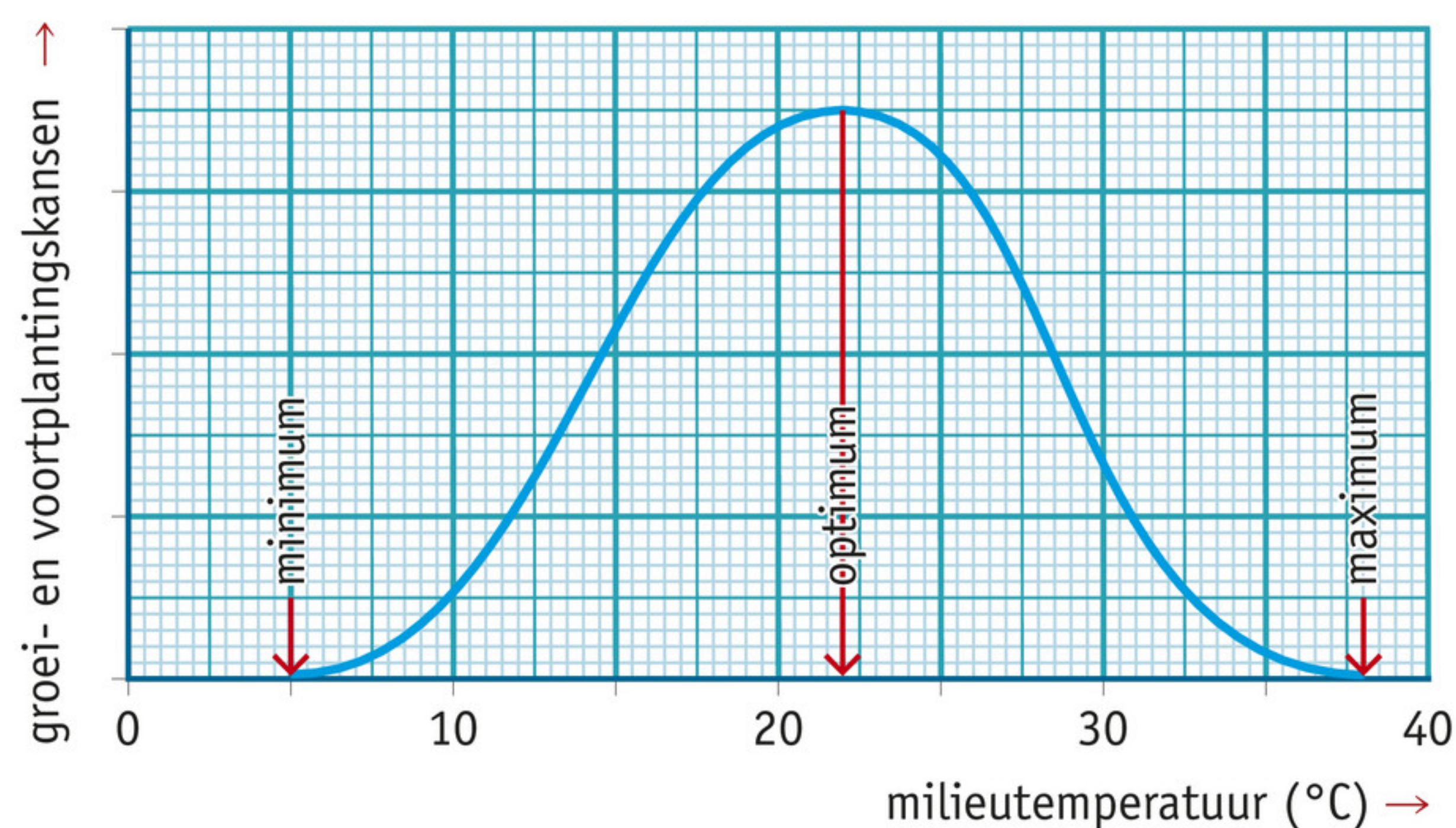
▼ Afb. 24 Guppy's.



Elk organisme kan schommelingen in de milieutemperatuur maar in bepaalde mate verdragen. Guppy's zijn tropische zoetwatervissen die veel in aquaria worden gehouden (zie afbeelding 24). Guppy's kunnen niet in leven blijven bij een temperatuur beneden 5 °C. Dit is de minimumtemperatuur voor guppy's. Ze kunnen ook niet leven bij een temperatuur boven 38 °C. Dit is de maximumtemperatuur voor guppy's. Bij een temperatuur van 22 °C hebben guppy's de grootste kans om in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. In afbeelding 25 is in een diagram het verband weergegeven tussen de milieutemperatuur en de groei- en voortplantingskansen van guppy's. Zo'n diagram noem je een **optimumkromme**.

WB OPDRACHT 17 T/M 20 BLZ. 59

► Afb. 25 Het verband tussen de milieutemperatuur en de groei- en voortplantingskansen van guppy's.



6 Successie

▼ Afb. 26

In nieuwbouwwijken kun je vaak zandheuvelds zien. Als dit zand een tijd blijft liggen, zullen er planten op gaan groeien. Een paar jaar later zul je een dichte begroeiing aantreffen (zie afbeelding 26).

Een zandhoop in een nieuwbouwwijk

Leidsche Rijn, een wijk in Utrecht, was ooit de grootste nieuwbouwlocatie in Nederland. Voor de aanleg van wegen en huizen is veel zand nodig. Vaak zie je dan ook in een nieuwbouwwijk zulke zandhopen liggen (zie afbeelding 26.1). Als de zandhopen enige tijd liggen, raken ze begroeid. Een van de eerste planten die op zo'n zandhoop groeit, is koolzaad (zie afbeelding 26.2). Ook gras en klaproos zijn soorten die kale stukken grond snel kunnen bedekken. Als zo'n zandhoop enkele jaren blijft liggen, groeien er steeds meer soorten op. Het geel van het koolzaad verdwijnt en er verschijnen struiken en jonge bomen.



Ook een kaal stuk rots raakt begroeid, al gebeurt dat erg langzaam. Door wind, regen en vorst begint het stuk rots te **ververen**. Vooral in de kieren en scheurtjes ontstaat gruis. De wind voert kleine bodemdeeltjes aan, die vermengd raken met het gruis. Deze ondergrond is voor korstmossen voldoende om te kunnen groeien (zie afbeelding 27). Al snel vestigen zich ook de eerste diertjes tussen de korstmossen. Op het stuk rots is dan een ecosysteem ontstaan.

► Afb. 27 Een kaal stuk rots raakt begroeid met korstmossen.



PIONIARECOSYSTEEM

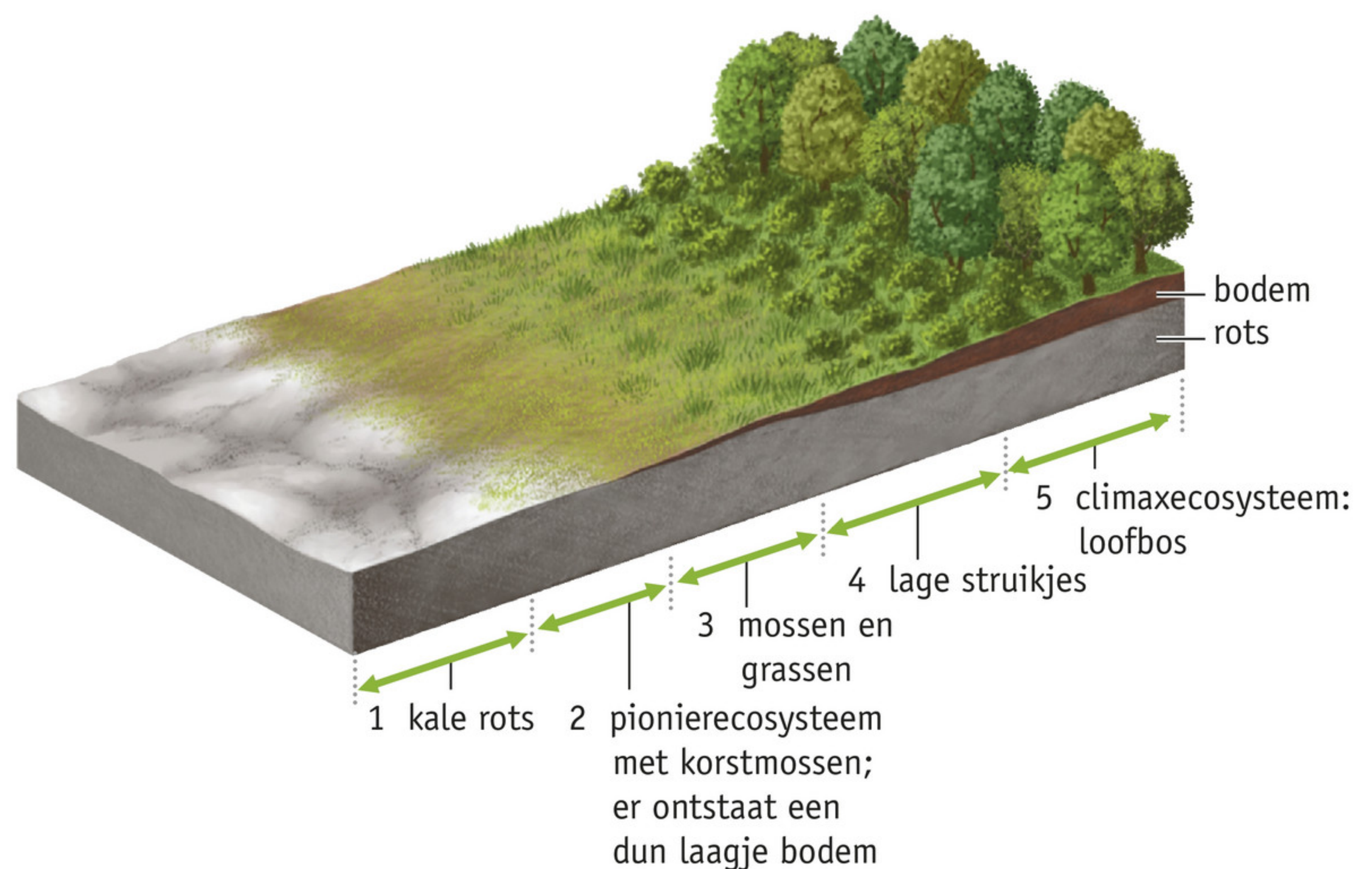
Het eerste ecosysteem dat op een onbegroeid terrein ontstaat, noem je een **pionierecosysteem**. Een pionierecosysteem heeft slechts weinig verschillende soorten planten en dieren. Van de soorten die er leven, zijn veel individuen aanwezig. Doordat er maar weinig verschillende soorten zijn, is het voedselweb eenvoudig.

Als een rots begroeid is met korstmossen worden de omstandigheden gunstiger. De rots wordt minder heet als de zon erop schijnt. Als er korstmossen doodgaan, ontstaat op de ondergrond een klein beetje **humus**. Humus bestaat uit meer of minder vergane dode resten en reducenten (bacteriën en schimmels). Hierdoor bevat humus veel mineralen.

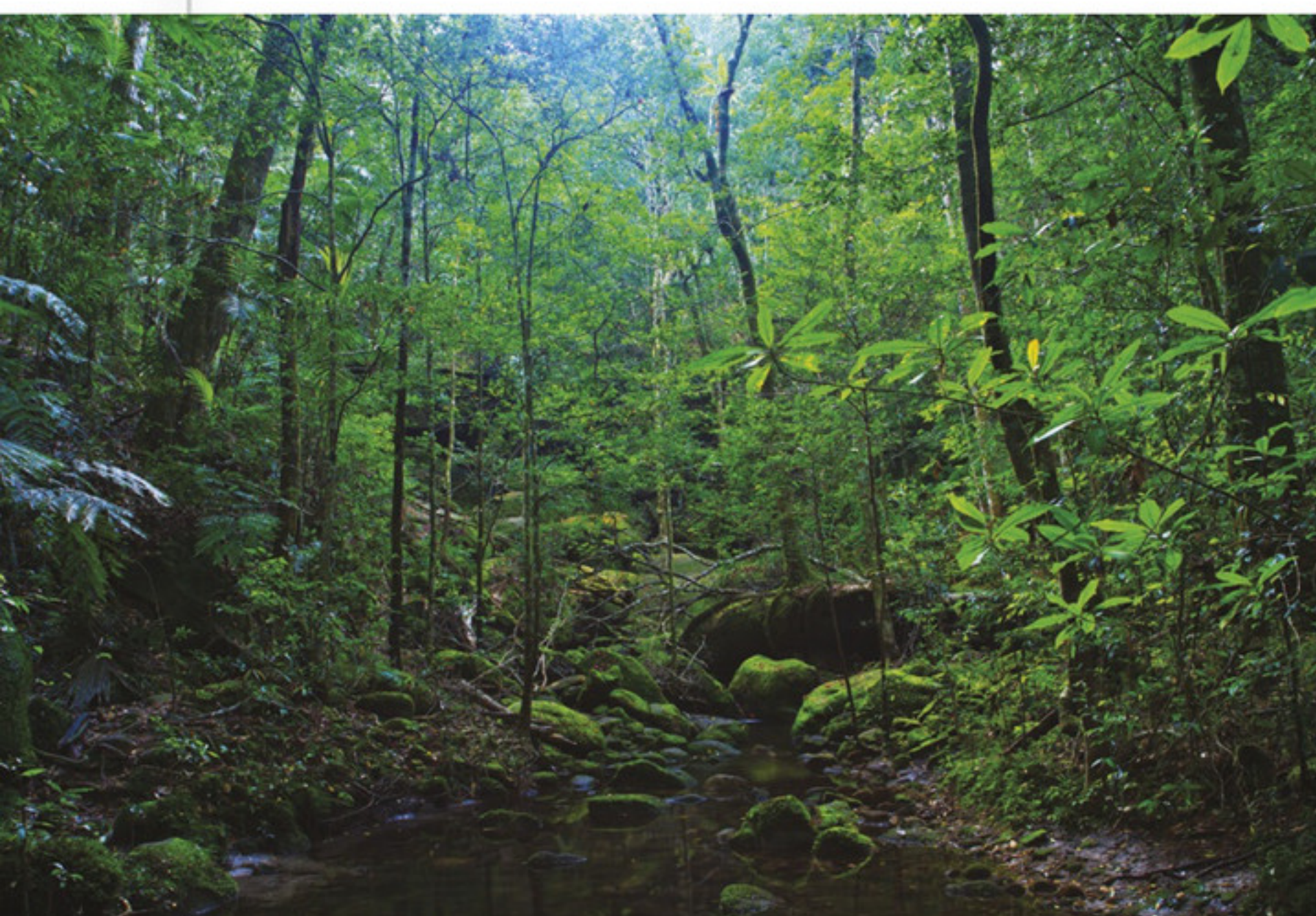
Op een dunne bodem die humus bevat, kunnen mossen en sommige kruidachtige planten (zoals grassen) zich vestigen. Het milieu wordt langzaam minder gunstig voor de korstmossen en gunstiger voor andere planten. De korstmossen verdwijnen en verschillende soorten planten nemen hun plaats in. Als gevolg hiervan vestigen zich ook andere diersoorten.

De wortels van planten versnellen de verwerking van het stuk rots. Door de dode resten van planten ontstaat er meer humus. Bovendien worden de abiotische factoren gematigder. Overdag wordt het in de schaduw van de planten minder heet en 's nachts houden de planten warmte vast. Hierdoor wordt het terrein geschikt voor steeds meer soorten planten en dieren. Er vindt een opeenvolging plaats van verschillende planten- en diersoorten. We noemen deze opeenvolging **successie** (zie afbeelding 28).

► **Afb. 28** De successie op een kaal stuk rots.



▼ **Afb. 29** Een climaxecosysteem is soortenrijk.



de opeenvolgende stadia zijn hier naast elkaar getekend

CLIMAXECOSYSTEEM

De successie kan uitmonden in een eindstadium waarbij de abiotische factoren min of meer constant zijn. De aanwezige planten- en diersoorten worden niet meer verdrongen door andere soorten. Dit eindstadium noem je een **climaxecosysteem**. Een climaxecosysteem is meestal erg soortenrijk. Hierdoor is het voedselweb ingewikkeld. Voorbeelden van climaxecosystemen zijn tropische regenwouden en in Nederland loofbossen.

7 Aanpassingen bij dieren

Dieren hebben **aanpassingen** aan de biotoop waarin ze leven. Deze aanpassingen kunnen gericht zijn op allerlei levensfuncties, zoals de voortbeweging, de voeding, de ademhaling of de voortplanting.

WATERDIEREN EN LANDDIEREN

Dieren die in het water leven, hebben andere kenmerken dan dieren die op het land leven. Vissen bijvoorbeeld hebben organen die bij landdieren niet voorkomen, zoals kieuwen en vinnen. Een vis zwemt vooruit door in het water heen en weer te bewegen, vooral met de staartvin. De overige vinnen gebruikt een vis vooral om zich rechtop in het water te houden. De huid is bedekt met schubben, met daar overheen een laag slijm. Door dit slijm is de huid heel glad. Hierdoor is bij het zwemmen de weerstand laag.

Ook door de lichaamsvorm is de weerstand in het water laag. Kop, romp en staart gaan geleidelijk in elkaar over. We noemen deze lichaamsvorm **gestroomlijnd**. Ook vogels en zoogdieren die in het water leven zijn gestroomlijnd (zie afbeelding 30).

▼ **Afb. 30** Dieren die in het water leven.



1 haai (een vis)

2 pinguïn (een vogel)

3 dolfijn (een zoogdier)

Dieren die op het land leven, hebben andere lichaamsvormen (zie afbeelding 31). Landdieren ondervinden meer last van hun eigen gewicht dan waterdieren. Waterdieren zweven in het water; ze worden door het water als het ware 'gedragen'. Misschien heb je dit zelf weleens gemerkt in een zwembad. Onder water kun je iemand gemakkelijk met één hand optillen, hoe zwaar hij of zij ook is. Maar op het land lukt dit niet. Bij landdieren zie je dan ook vaak aanpassingen om hun eigen gewicht te kunnen dragen, zoals stevige poten en een zwaar skelet.

WB OPDRACHT 23 BLZ. 64

▼ **Afb. 31** Dieren die op het land leven.



1 eekhoorn (een zoogdier)



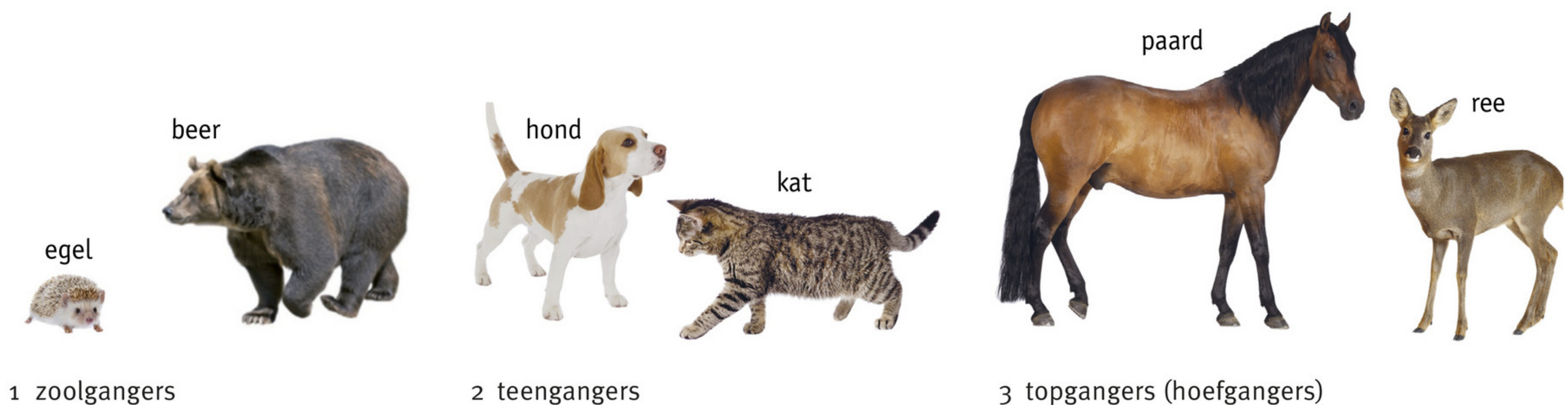
2 emoe (een vogel)

DE POTEN VAN LANDZOOGDIEREN

Voor de voortbeweging van landdieren is de weerstand van de ondergrond belangrijk. Je hebt vast weleens gemerkt dat je op een verharde weg veel sneller kunt lopen dan op los zand of op modder. De poten van landdieren bezitten aanpassingen aan de ondergrond. Als de ondergrond hard is, hebben dieren er voordeel bij als slechts een klein deel van de voet de grond raakt. Bij het lopen is de weerstand van de ondergrond dan zo klein mogelijk. Maar als de ondergrond zacht is, hebben dieren er juist voordeel bij als ze op de hele voet lopen. Ze zakken dan minder gauw weg in de zachte ondergrond. In deel 1 heb je geleerd dat zoogdieren ingedeeld kunnen worden in **zoolgangers**, **teengangers** of **topgangers** (zie afbeelding 32). Bij topgangers komen niet alle tenen tot ontwikkeling. Bij varkens komen vier tenen tot ontwikkeling en bij herten twee tenen. Bij paarden komt slechts één teen tot ontwikkeling. Van elke teen die tot ontwikkeling komt, raakt alleen het laatste teenkootje de grond. Dit teenkootje is omgeven door een hoef van hoornstof. Daarom worden topgangers ook wel **hoefgangers** genoemd.

WB OPDRACHT 24 BLZ. 65

▼ Afb. 32 Zoolgangers, teengangers, topgangers (hoefgangers).



DE POTEN VAN VOGELS

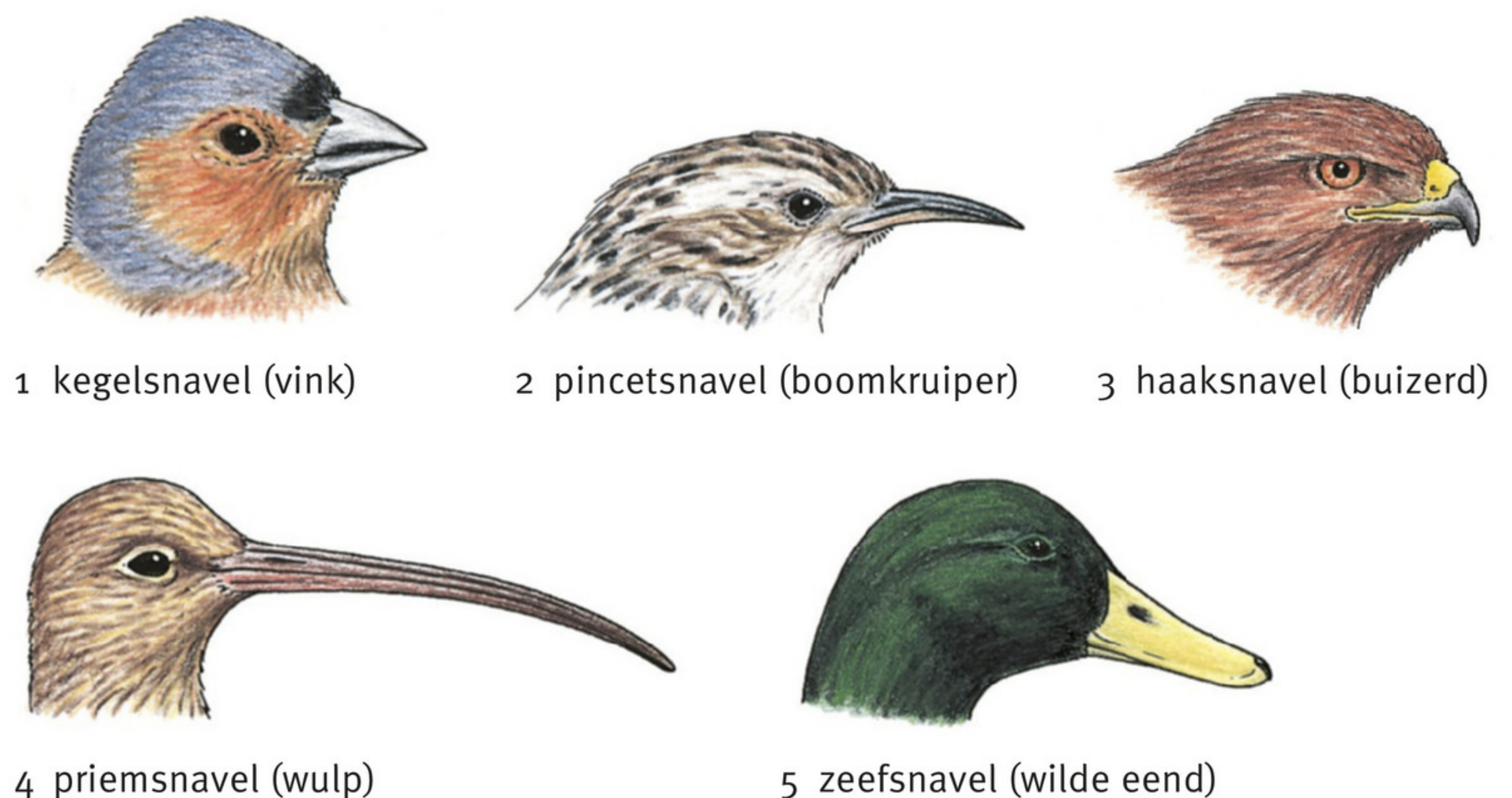
Ook de poten van vogels hebben eigenschappen waardoor ze geschikt zijn voor hun functie. In afbeelding 33 zie je daar voorbeelden van. Vogels die in bomen en struiken leven, moeten zich kunnen vastklemmen aan takken. Hun poten maken dit mogelijk. Van de vier tenen staan er drie naar voren en één naar achteren. Deze poten zie je bij **zangvogels** (bijvoorbeeld merels, spreeuwen, mezen, vinken). Bij **roofvogels** (bijvoorbeeld buizerds, valken) en **uilen** hebben de tenen scherpe klauwen. Hiermee vangen deze vogels hun prooi. **Loopvogels** (bijvoorbeeld struisvogels) zitten nooit op takken. Deze vogels hebben lange poten met tenen, die naar voren staan. **Watervogels** (bijvoorbeeld eenden, zwanen) hebben zwemvliezen tussen de tenen, waardoor ze makkelijk kunnen zwemmen. **Steltlopers** (bijvoorbeeld Kievieten, scholeksters, wulpen) zoeken voedsel in ondiep water of in de modder. Deze vogels hebben lange poten, zodat hun romp droog blijft. Ze hebben ook lange tenen, waardoor ze minder snel in de modder wegzakken.

▼ **Afb. 33** De poten van vogels.

DE SNAVELS VAN VOGELS

In afbeelding 34 zijn vogelkoppen met snaveltypen getekend. De snavels hebben aanpassingen aan de voedselkeuze. Sommige zangvogels hebben een kegelsnavel, andere een pincetsnavel. De **kegelsnavel** is geschikt om zaden te eten. Het is een korte snavel waarmee een vogel veel kracht kan zetten. De **pincetsnavel** is een puntige snavel waarmee de vogel insecten kan vangen (bijvoorbeeld in spleten in de schors van een boom). Roofvogels en uilen hebben een scherpe **haaksnavel**. Deze is geschikt om een prooi in stukken te scheuren. Vogels die bodemdierjes eten, zoals steltlopers, hebben een **priemsnavel**. Deze snavel is geschikt om diep in een natte bodem prikken. Een **zeefsnavel** komt voor bij watervogels. Ze nemen water in hun bek en persen dat langs de 'zeef' naar buiten. Het voedsel dat achterblijft, kunnen ze vervolgens inslikken.

WB OPDRACHT 25 EN 26 BLZ. 66

► **Afb. 34** Vogelkoppen met snaveltypen.

8 Aanpassingen bij planten

Ook planten hebben aanpassingen aan hun biotoop. In deel 1 ben je al een aantal van deze aanpassingen tegengekomen. Van een paardenbloem heb je geleerd dat 's winters de delen boven de grond afsterven. De wortel waarin reservevoedsel is opgeslagen overleeft de winter (zie afbeelding 35). Bloemen hebben aanpassingen die de kans op bestuiving vergroten (zie afbeelding 36). Vruchten en zaden kunnen aanpassingen hebben die verspreiding (door de wind, door dieren of door de plant zelf) mogelijk maken.

► **Afb. 35** Een paardenbloem.



1 in de zomer

2 in de winter

▼ **Afb. 36**

Bloem met bijengeur

De orchidee *Dendrobium sinense* heeft een speciale relatie met hoornaars (een wespensoort). Eigenlijk heeft de orchidee de hoornaar niets te bieden. De hoornaar jaagt op bijen, die zelf honing eten van bijvoorbeeld rozen. De orchidee verspreidt de geur van die bijen. De hoornaar komt hierop af. Hij landt niet netjes op de kroonbladeren, maar stort zich in een aanval op het rode midden van de bloem. De bouw van de orchidee is aangepast aan de grootte en het gedrag van de hoornaar. De opening is precies groot genoeg voor de wesp, waardoor hij tegen de meeldraden en stempel van de bloem aan komt. De wesp trapt meerdere keren in het bedrog en bestuift op die manier de bloemen.

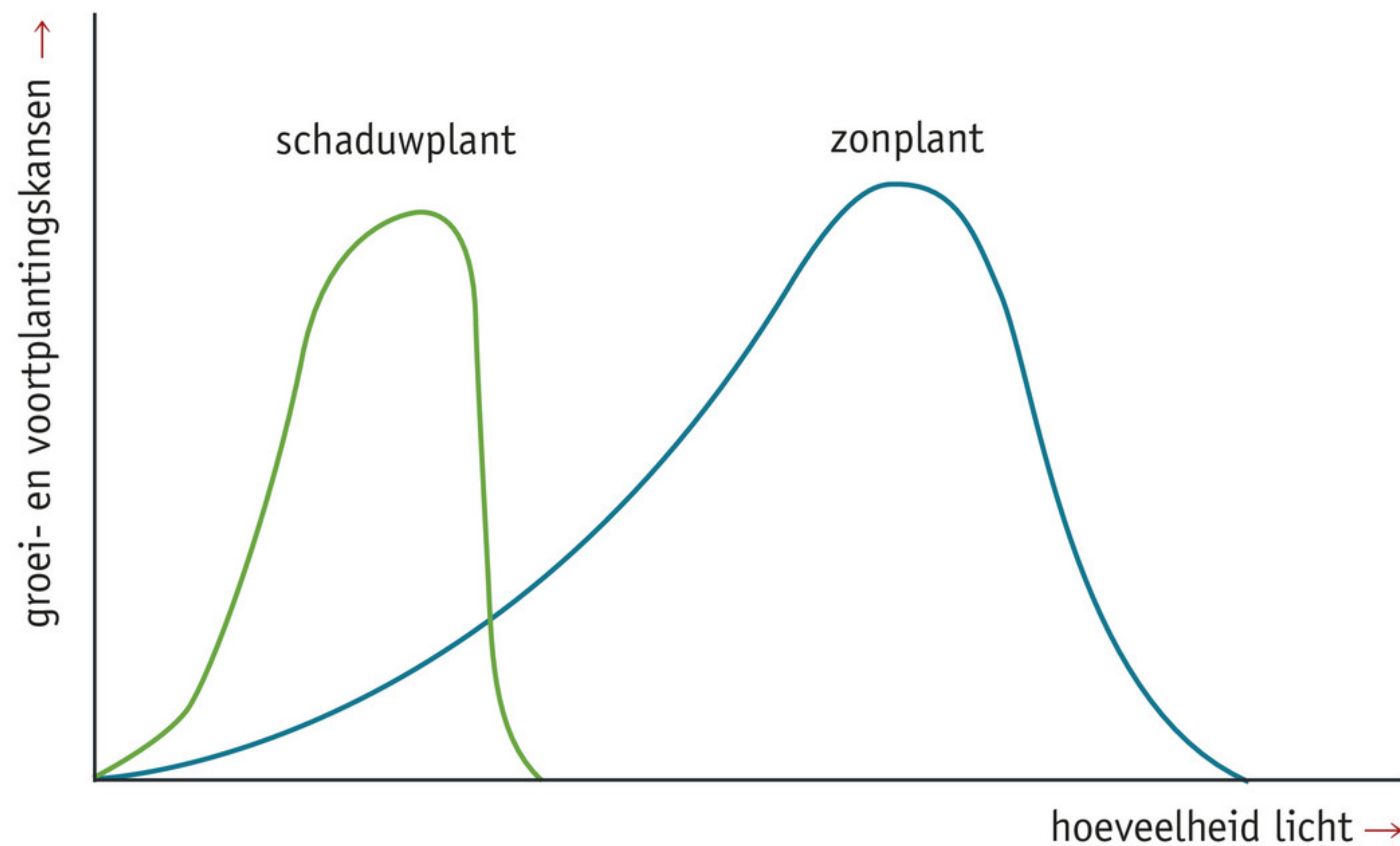


LICHT

Planten hebben licht nodig voor de fotosynthese. De behoefte aan licht is niet voor iedere plant gelijk (zie afbeelding 37). **Zonplanten** groeien het best bij veel licht. Ze komen vooral voor op plaatsen met weinig of geen schaduw, bijvoorbeeld in het open veld of in woestijnen. Zonplanten hebben vaak kleine, dikke bladeren. **Schaduwplanten** groeien het best bij weinig licht. Ze komen voor op schaduwrijke plaatsen, bijvoorbeeld als bodembegroeiing in loofbossen. Schaduwplanten hebben vaak grote, dunne, donkergroene bladeren. De verschillen tussen zonplanten en schaduwplanten zie je ook bij kamerplanten (zie afbeelding 38).

Bij veel planten heeft de hoeveelheid licht invloed op de vorming van bloemen. Schaduwplanten uit de bodembegroeiing in loofbossen bloeien vaak vroeg in het voorjaar. Ze ontvangen dan het meeste licht. Deze planten worden **voorjaarsbloeiers** genoemd.

▼ Afb. 37



▼ Afb. 38 Zon- en schaduwplanten.

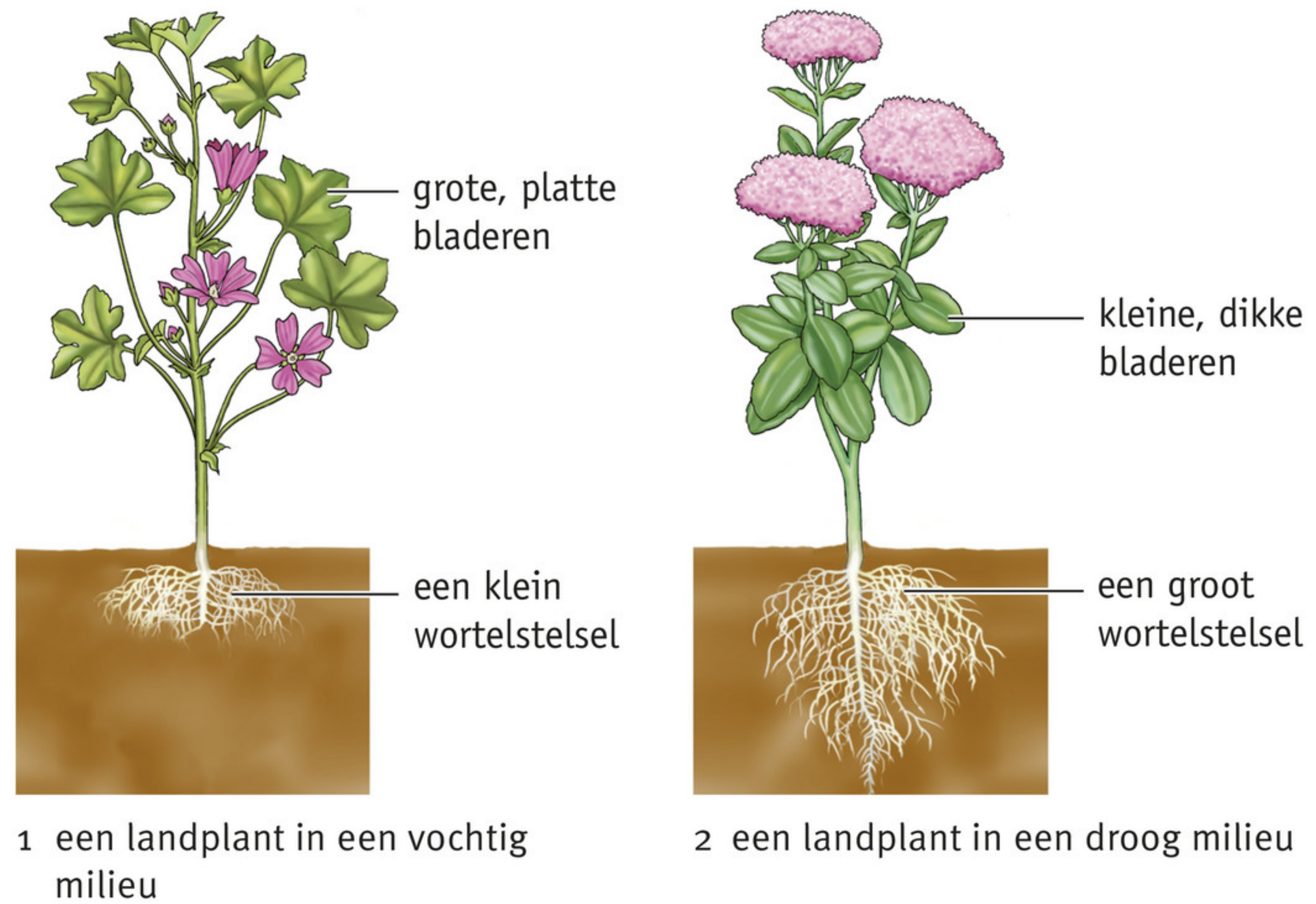


DROOGTE

Planten kunnen ook aanpassingen hebben om uitdroging tegen te gaan. In afbeelding 39 zijn enkele van deze aanpassingen bij landplanten weergegeven. Voor planten die in het water leven, bestaat het gevaar van uitdroging niet.

Waterplanten worden, net als waterdieren, door het water 'gedragen'. Ze hebben dan ook weinig stevige delen. In water kan licht niet erg diep doordringen, vooral niet als het water modderig of vervuild is. Omdat planten licht nodig hebben voor de fotosynthese, groeien de meeste planten alleen in de bovenste waterlagen.

► **Afb. 39** Aanpassingen bij planten tegen uitdroging.

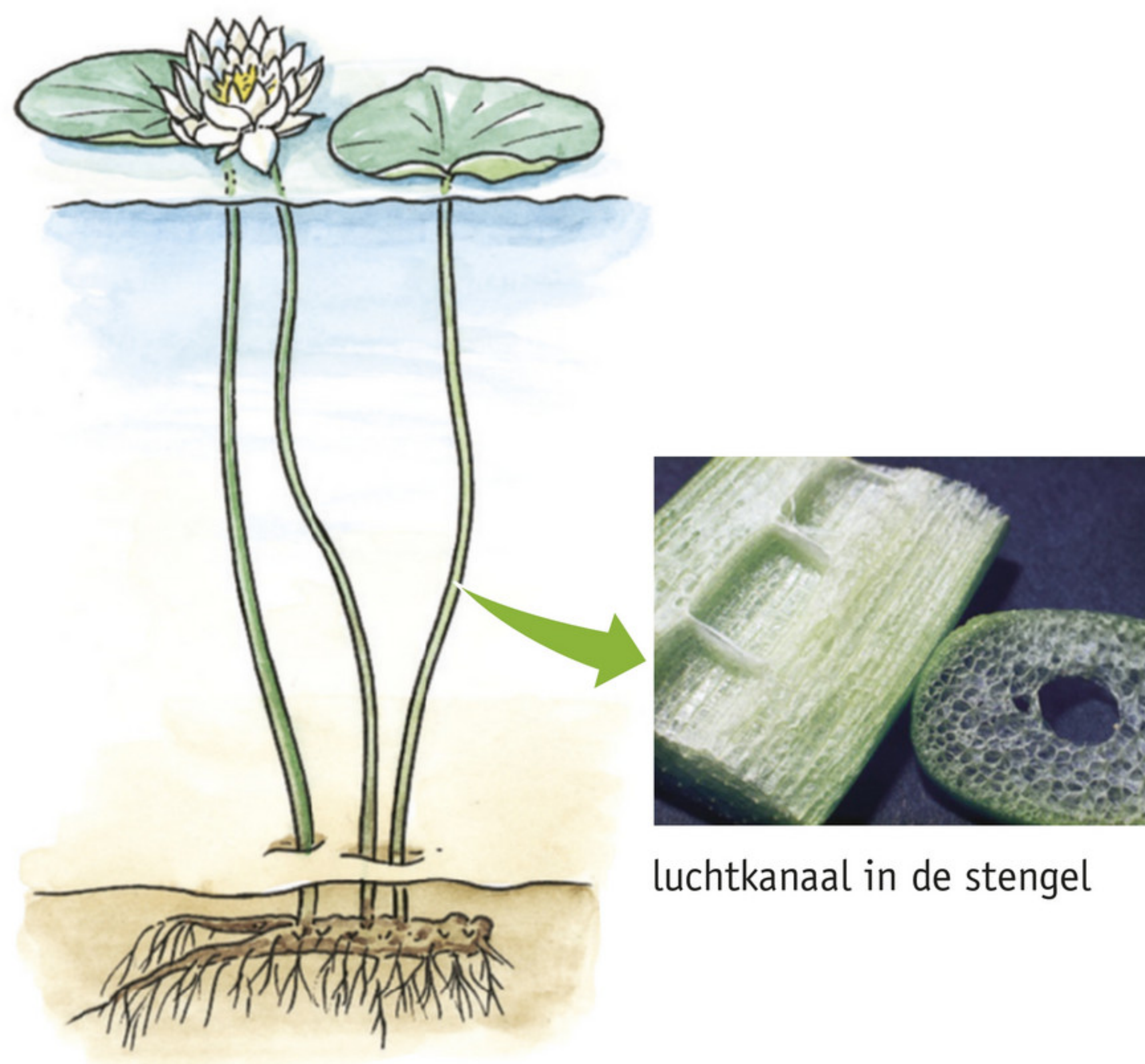


Een **waterlelie** kan alleen groeien in water dat niet dieper is dan vier meter (zie afbeelding 40). Waterlelies zitten met hun wortels in de bodem vast. De bladeren drijven op het water. De stengels zijn slap en bevatten luchtkanalen. Door deze luchtkanalen kan zuurstof vanuit de bladeren de wortels bereiken. De bloemen van waterlelies steken boven het water uit.

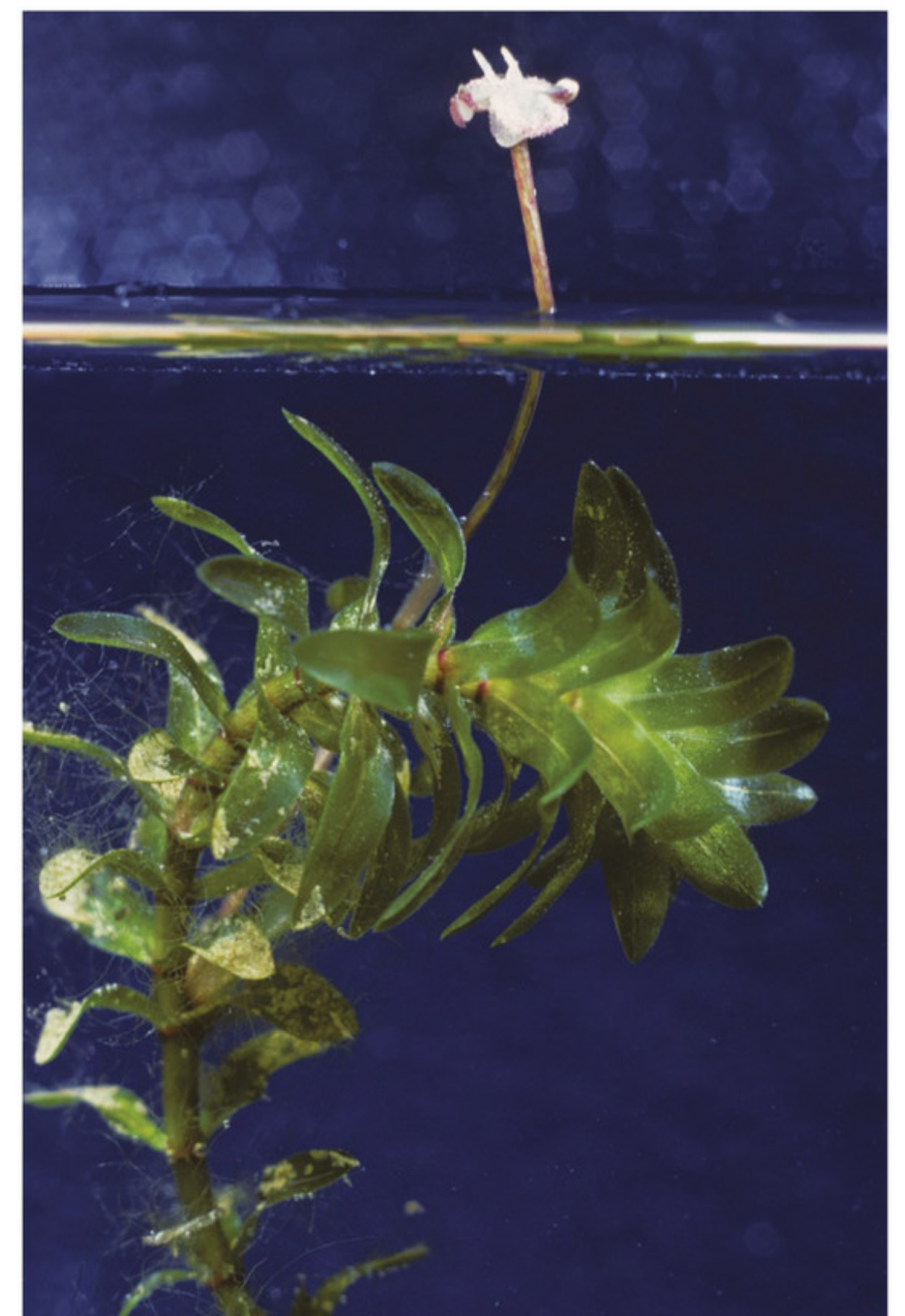
Waterpest heeft een slappe stengel en heel dunne bladeren (zie afbeelding 41). Alle bladeren bevinden zich onder water. Alleen de bloemen van waterpest steken boven het water uit.

WB OPDRACHT 27 T/M 29 BLZ. 68

▼ **Afb. 40** Waterlelie.



▼ **Afb. 41** Waterpest.



9 Autotroof en heterotroof

In deel 1 heb je geleerd dat in planten fotosynthese kan plaatsvinden doordat planten bladgroen hebben. Bij de fotosynthese wordt uit koolstofdioxide en water een energierijke stof (glucose) gemaakt. Je hebt ook geleerd dat glucose als grondstof dient voor het maken van alle stoffen waaruit een plant bestaat. Om die stoffen te kunnen maken nemen planten mineralen op uit de bodem. Planten voeden zich dus niet met andere organismen. De stoffen die ze nodig hebben om te leven halen ze uit de levenloze natuur. Als een organisme geen andere organismen als voedsel nodig heeft, noemen we dat organisme **autotroof** (*autos* = zelf, *trophein* = voeden).

▼ **Afb. 42** Autotrofe organismen.

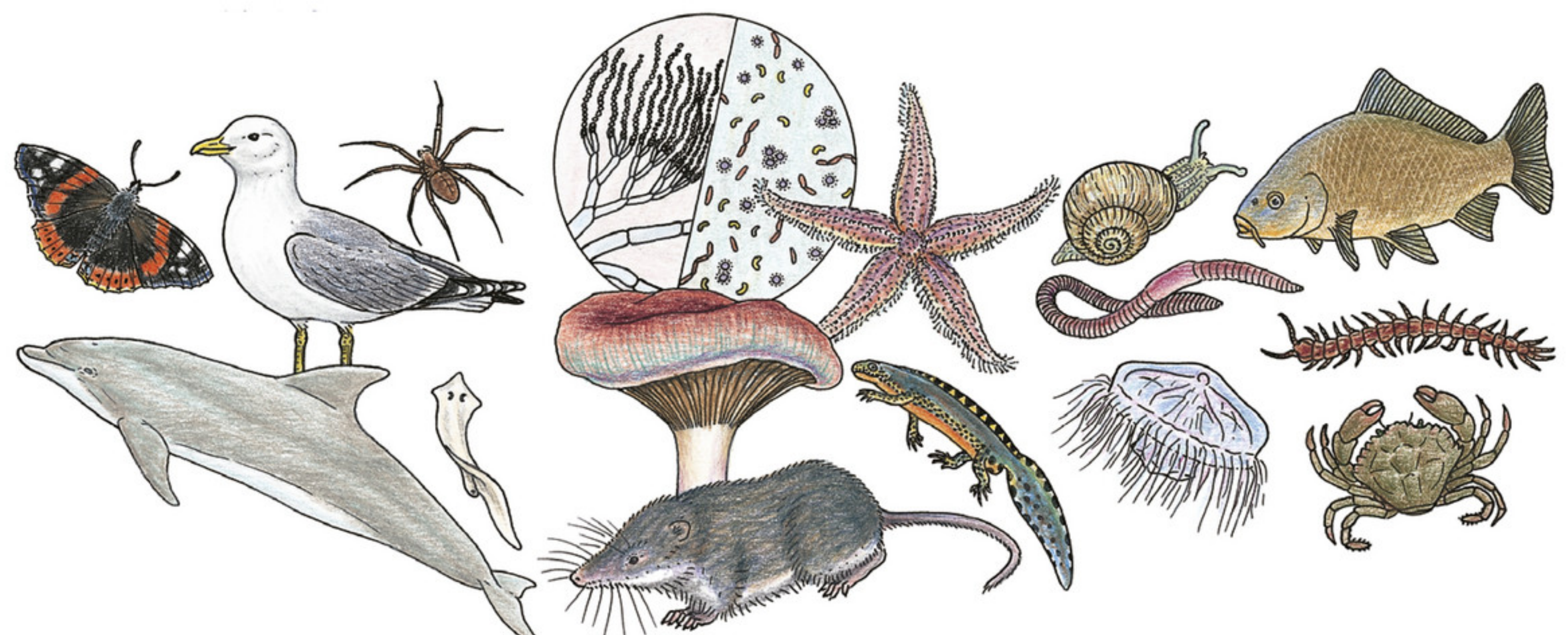


Organismen zonder bladgroen kunnen zich niet in leven houden met alleen stoffen uit de levenloze natuur. Stoffen uit de levenloze natuur bevatten weinig energie. Organismen zonder bladgroen kunnen uit deze energiearme stoffen zelf geen energierijke stoffen maken. Ze moeten dus energierijke stoffen binnenkrijgen met hun voedsel. Daartoe moeten ze (delen van) andere organismen eten.

Dieren, schimmels en de meeste bacteriën hebben geen bladgroen. Deze organismen voeden zich met andere organismen. We noemen ze **heterotroof** (*heteros* = ander, *trophein* = voeden).

WB OPDRACHT 30 EN 31 BLZ. 71

► **Afb. 43** Heterotrofe organismen.



10 De energiestroom in een ecosysteem

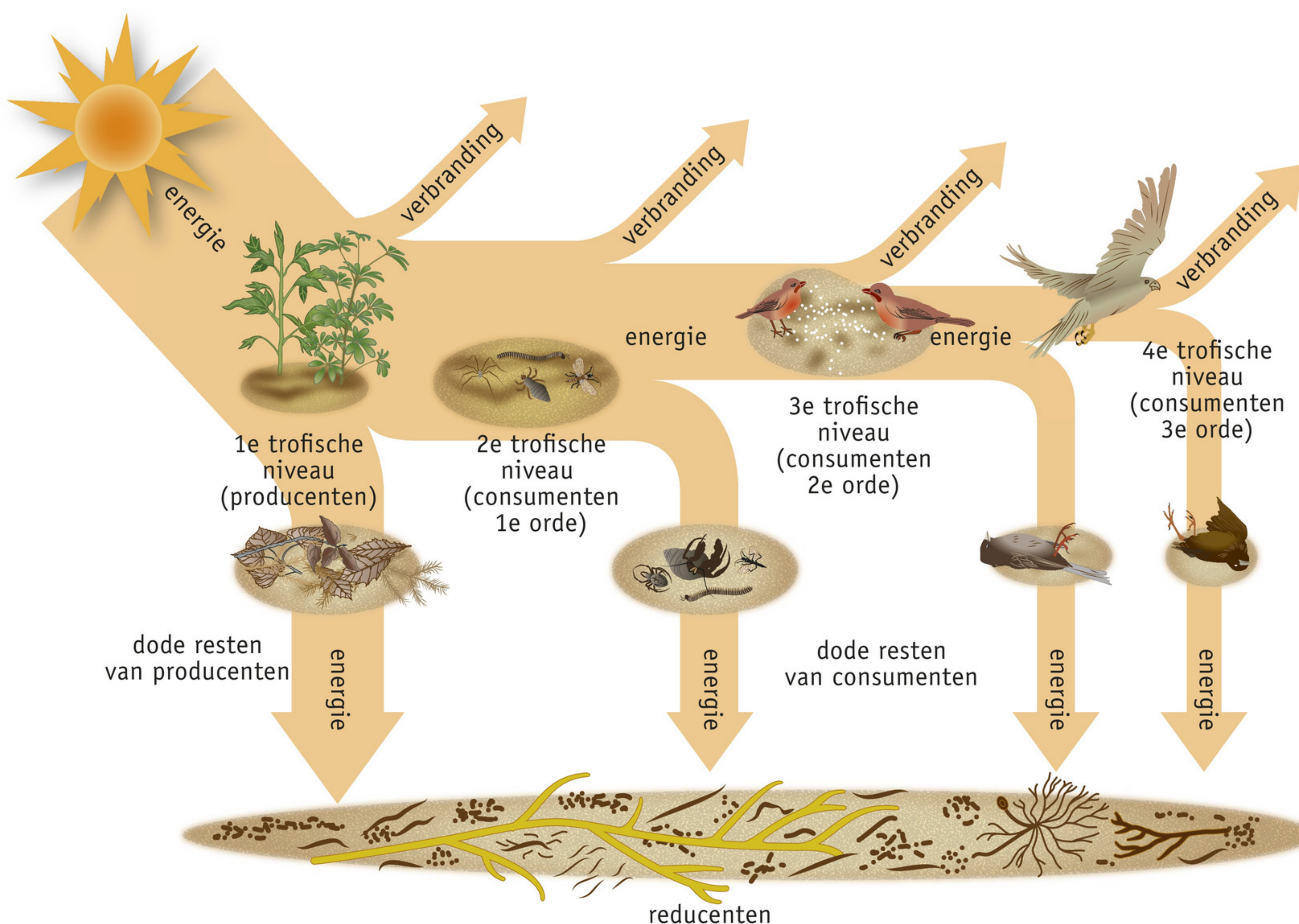
De plaats van een organisme in een voedselketen noem je het **trofische niveau**. Producenten vormen het eerste trofische niveau, consumenten van de eerste orde het tweede trofische niveau, consumenten van de tweede orde het derde trofische niveau, enzovoort. In ieder trofisch niveau neemt de biomassa af. Dit komt doordat de energie in het voedsel op verschillende manieren gebruikt wordt.

ENERGIESTROOM

In ecosystemen wordt energie van het ene trofische niveau doorgegeven aan het volgende trofische niveau. Er is sprake van een **energiestroom** (zie afbeelding 44). Planten leggen energie uit (zon)licht vast in glucose door middel van fotosynthese. Bij de verbranding van glucose komt de energie weer vrij. Daarom noemen we glucose een **energierijke stof**.

In planten ontstaan uit glucose andere stoffen. Omdat de energie uit de glucose nu in deze andere stoffen zit, zijn dit ook energierijke stoffen. Voorbeelden van zulke stoffen zijn DNA, eiwitten, koolhydraten en vetten. Het zijn de bouwstoffen waaruit organismen bestaan.

▼ Afb. 44 Energiestroom in een ecosysteem.



Om deze bouwstoffen te produceren is energie nodig. Hiertoe verbrandt de plant een deel van de glucose. Ook voor andere processen, zoals het vervoer van stoffen, is energie nodig. Door de verbranding is een deel van de energie niet beschikbaar voor het volgende trofische niveau, maar gaat verloren als warmte.

Van de biomassa van de producenten wordt een deel gegeten door consumenten. De energie in deze producenten wordt zo doorgegeven aan het volgende trofische niveau. De consumenten gebruiken een deel van de energierijke stoffen om te groeien. Hun biomassa wordt hierdoor groter. De rest van de energierijke stoffen wordt verbrand. Hierdoor komt energie vrij om bijvoorbeeld te bewegen.

Bij elke schakel van een voedselketen ontstaat afval van organismen en sterven individuen zonder dat ze worden gegeten. De energierijke stoffen van deze dode resten verdwijnen uit de voedselketen. De energie in deze energierijke stoffen wordt benut door reducenten. Uiteindelijk worden alle energierijke stoffen verbrand. Water en koolstofdioxide komen daardoor weer beschikbaar voor planten, die de energie uit zonlicht opnieuw kunnen vastleggen.

INSECTEN ETEN

De meeste dieren in de veeteelt gebruiken slechts een klein deel van de opgenomen energierijke stoffen als bouwstoffen. Het grootste deel gebruiken ze als brandstoffen. Voor ieder kilogram vlees die een dier groeit, moet het vele kilogrammen voedsel hebben gegeten. Alleen deze kilogram vlees kan worden doorgegeven aan de volgende schakel in de voedselketen.

Bij insecten is de verhouding tussen opgenomen en doorgegeven hoeveelheid energie een stuk gunstiger. Daardoor wordt steeds vaker geadviseerd om insecten te eten. Insecten eten kan een oplossing zijn voor de steeds grotere behoefte aan voedsel van de groeiende wereldbevolking. In niet-westerse landen is het eten van insecten heel normaal (zie afbeelding 45).

WB OPDRACHT 32 BLZ. 72

► **Afb. 45** Door insecten te eten gaat minder energie verloren.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet de invloeden op organismen kunnen indelen in biotische en abiotische factoren.

- Biotische factoren: invloeden afkomstig van de levende natuur.
 - Bijv. soortgenoten, roofdieren, ziekteverwekkers.
- Abiotische factoren: invloeden afkomstig van de levenloze natuur.
 - Bijv. temperatuur, licht, wind, zuurstofgehalte van de lucht, regenval, bodemgesteldheid.

DOELSTELLING 2

Je moet de niveaus van de ecologie kunnen beschrijven.

- Individu: één enkel organisme.
- Populatie: een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten.
- Levensgemeenschap: alle populaties die in een ecosysteem leven.
- Ecosysteem: een bepaald gebied waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen.
 - Biotoop: de gezamenlijke abiotische factoren van een ecosysteem.

DOELSTELLING 3

Je moet in een ecosysteem de voedselrelaties kunnen aangeven.

- Voedselketen: een reeks soorten, waarbij elke soort voedselbron is voor de volgende soort.
 - Elke voedselketen heeft een plantensoort als eerste schakel.
- Voedselweb (voedselnet): het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem.
 - In een voedselweb lopen allerlei voedselketens door elkaar.

DOELSTELLING 4

Je moet de kringloop van stoffen in een ecosysteem kunnen beschrijven en verschillende groepen organismen erin kunnen aangeven.

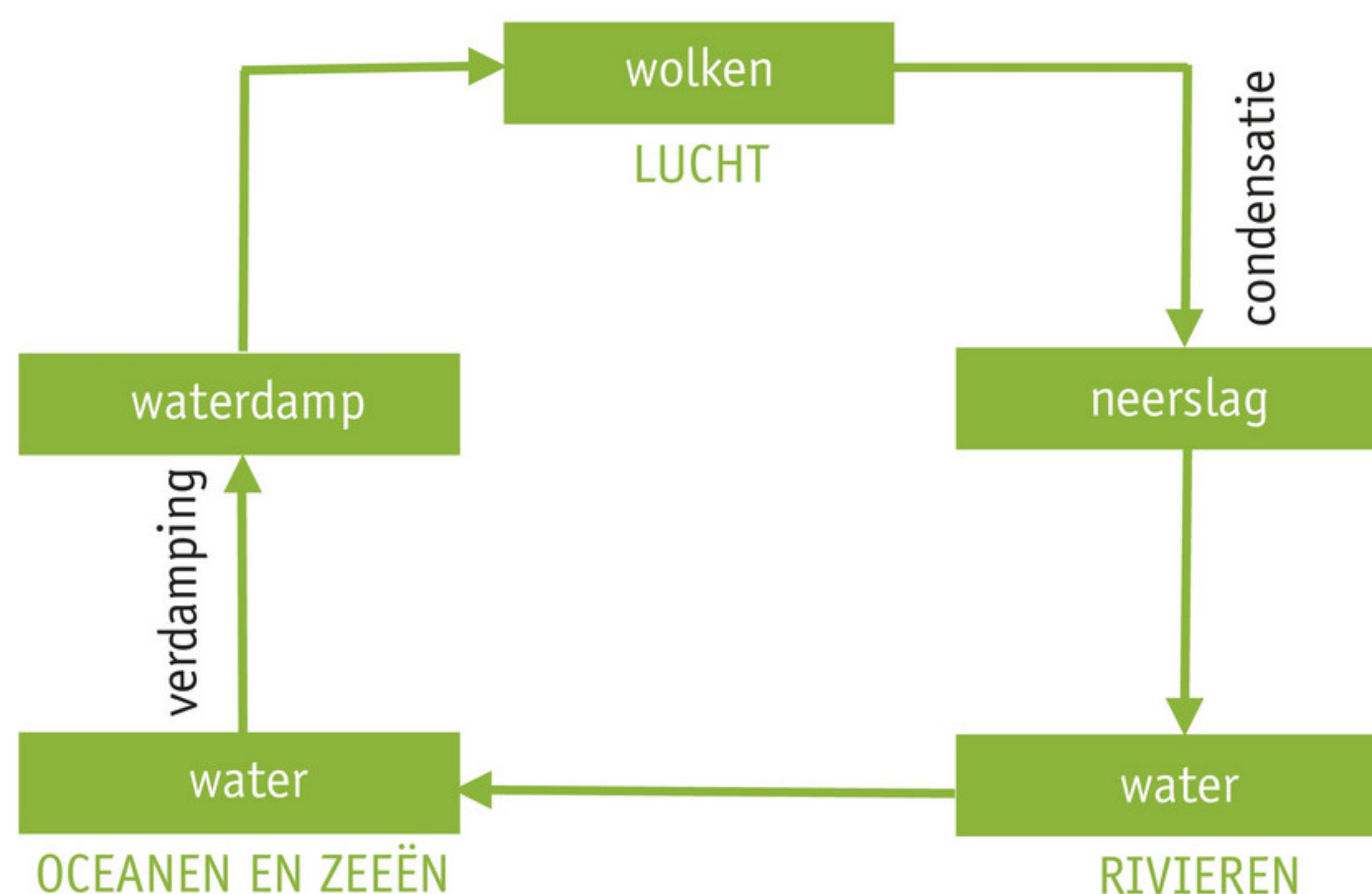
- Producenten: leveren het voedsel voor alle andere organismen.
 - Planten zijn producenten. In de groene delen van planten vindt fotosynthese plaats.
- Consumenten: eten de stoffen die door planten zijn gemaakt.
 - Consumenten van de eerste orde worden gegeten door consumenten van de tweede orde, en die weer door consumenten van de derde orde, enz.
 - Tot de consumenten behoren planteneters, vleeseters, alleseters en afvaleters.
 - Dieren zijn consumenten.
- Reducenten: ruimen de dode resten van organismen op.
 - Hierdoor komen er weer mineralen vrij voor de producenten.
 - Bacteriën en schimmels zijn reducenten.

DOELSTELLING 5

Je moet de kringlopen van water en van koolstof kunnen beschrijven.

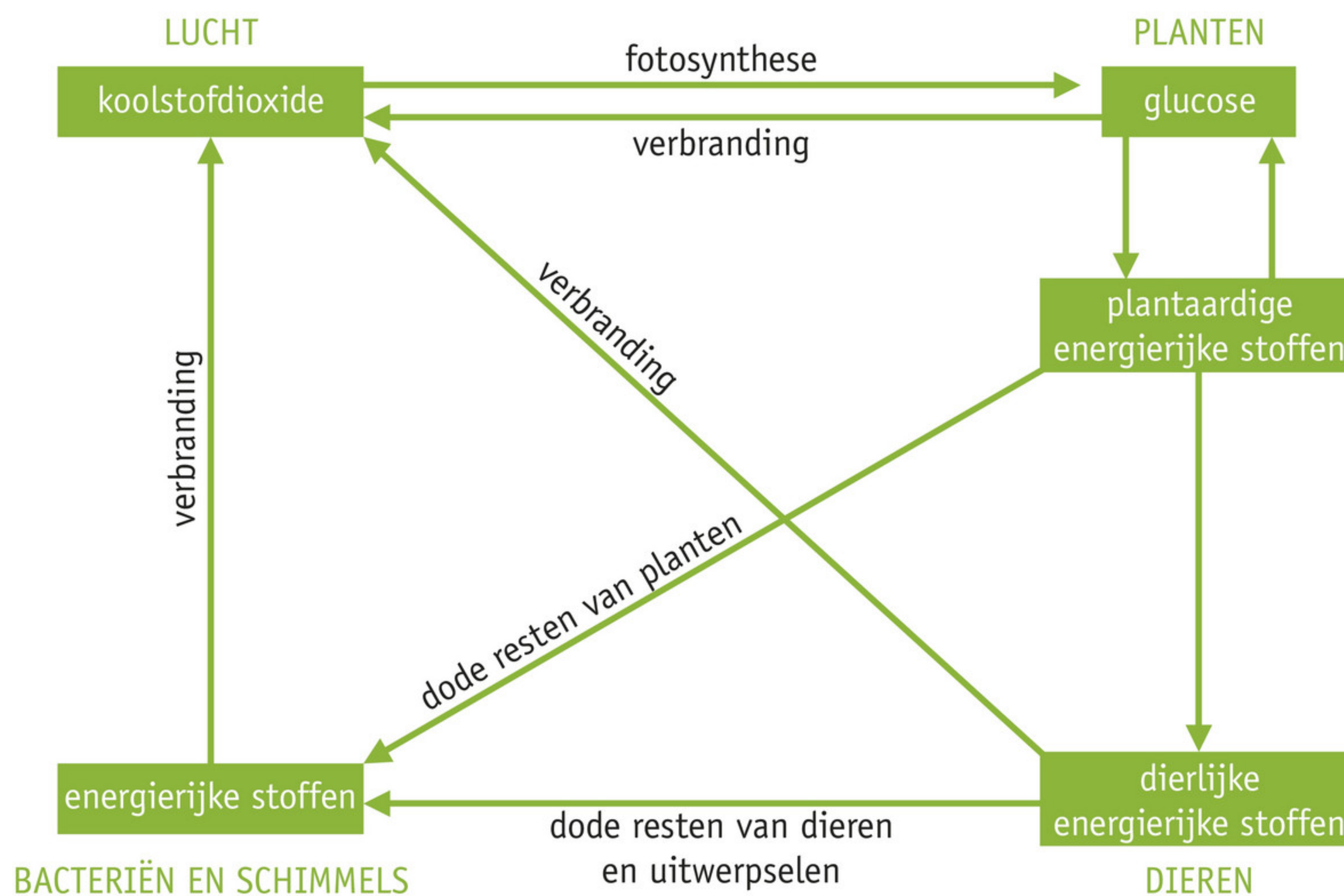
- De kringloop van water.

▼ Afb. 46



- De kringloop van koolstof.

▼ Afb. 47



DOELSTELLING 6

Je moet kunnen omschrijven wat piramides van aantallen en van biomassa weergeven.

- Piramide van aantallen: geeft van elke schakel van een voedselketen het aantal individuen weer.
 - In een voedselketen wordt het aantal individuen meestal kleiner in elke volgende schakel.
 - Soms is dit niet het geval. Dan heeft de piramide van aantallen geen piramidevorm.
- Piramide van biomassa: geeft van elke schakel van een voedselketen de biomassa weer.
 - Biomassa: het totale gewicht van alle energierijke stoffen.
 - In een voedselketen wordt de biomassa in elke volgende schakel kleiner.
 - De piramide van biomassa heeft altijd een piramidevorm.

DOELSTELLING 7

Je moet de invloed kunnen aangeven van biotische en abiotische factoren op de populatiegrootte.

- Optimale omstandigheden: alle biotische en abiotische factoren hebben de gunstigste waarden.
 - De groei- en voortplantingskansen van een populatie zijn dan het grootst.
- Biologisch evenwicht: een toestand waarin de grootte van elke populatie in een ecosysteem schommelt om een bepaalde waarde.

- De populatiegrootte is afhankelijk van biotische en abiotische factoren.
 - Organismen hebben aanpassingen aan het milieu waarin ze leven.
 - Voor elke abiotische factor kunnen de groei- en voortplantingskansen van de populatie in een optimumkromme worden weergegeven.

DOELSTELLING 8

Je moet kunnen omschrijven wat successie is en hierbij een pionierecosysteem en een climaxecosysteem kunnen onderscheiden.

- Successie: de opeenvolging van planten- en diersoorten in een bepaald gebied, waardoor een ecosysteem geleidelijk in een ander ecosysteem overgaat.
- Humus: bovenste bodemlaag.
 - Humus bestaat uit dode resten en reducenten.
- Pionierecosysteem: het eerste ecosysteem dat op een onbegroeid terrein ontstaat.
 - De abiotische factoren wisselen sterk.
 - De bodem is humusarm.
 - Het ecosysteem is soortenarm.
 - Van elke soort zijn er veel individuen.
 - Het voedselweb is eenvoudig.

- Climaxecosysteem: het eindstadium van de successie (bijv. een loofbos).
 - De abiotische factoren zijn min of meer constant.
 - De bodem is humusrijk.
 - Het ecosysteem is soortenrijk.
 - Het voedselweb is ingewikkeld.

DOELSTELLING 9

Je moet bij dieren aanpassingen aan de biotoop kunnen beschrijven.

- Aanpassingen bij waterdieren om de weerstand van het water zo klein mogelijk te maken.
 - Het lichaam is gestroomlijnd.
 - Bij vissen zijn de schubben van de huid bedekt met een laag slijm.
- Aanpassingen bij landdieren om hun eigen gewicht te dragen.
 - Stevige poten.
 - Een zwaar skelet.
- Aanpassingen bij landzoogdieren aan de ondergrond.
 - Zoolgangers: lopen op de hele voetzool (bijv. apen, beren). Daardoor zakken ze op een zachte ondergrond niet zo snel weg.
 - Teengangers: lopen op de hele tenen (bijv. honden, katten).
 - Topgangers (hoefgangers): lopen op de toppen van de tenen (bijv. paarden, herten). Daardoor ondervinden ze weinig weerstand van de bodem. Topgangers kunnen alleen goed lopen op een harde bodem.
- Aanpassingen bij de poten van vogels.
 - Veel vogels hebben drie tenen naar voren en één teen naar achteren (bijv. zangvogels). Hierdoor kunnen ze zich vastklemmen aan takken.
 - Roofvogels en uilen hebben scherpe klauwen.
 - Loopvogels hebben geen teen naar achteren.
 - Watervogels hebben zwemvliezen tussen de tenen (bijv. eenden).
 - Steltlopers hebben lange poten.
- Aanpassingen bij de snavels van vogels.
 - Kegelsnavel: bij zangvogels die zaden eten.
 - Pincetsnavel: bij zangvogels die insecten eten.
 - Haaksnavel: bij roofvogels en uilen.
 - Priemsnavel: bij vogels die bodemdiertjes eten (bijv. steltlopers).
 - Zeefsnavel: bij vogels die kleine plantjes en diertjes uit het water zeven (bijv. eenden).

DOELSTELLING 10

Je moet bij planten aanpassingen aan de biotoop kunnen beschrijven.

- Aanpassingen aan de hoeveelheid licht.
 - Zonplanten: vaak kleine, dikke bladeren.
 - Schaduwplanten: vaak grote, dunne, donkergroene bladeren.
 - Voorjaarsbloeiërs: in het voorjaar is de hoeveelheid licht die de bodem van een bos bereikt het grootst.
- Aanpassingen bij landplanten die in een vochtig milieu leven.
 - Grote, platte bladeren.
 - Een zwak ontwikkeld wortelstelsel.
- Aanpassingen bij landplanten die in een droog milieu leven.
 - Kleine, dikke bladeren (bij cactussen stekels of harde haren).
 - Soms opslag van water in de stengels (bijv. bij cactussen).
 - Een sterk ontwikkeld wortelstelsel.
- Aanpassingen bij waterplanten.
 - De stengels zijn slap.
 - De stengels kunnen luchtkanalen bevatten (bijv. bij waterlelies).

EXTRA DOELSTELLING 11

Je moet de verschillen kunnen noemen tussen autotrofe en heterotrofe organismen.

- Autotrofe organismen:
 - hebben bladgroen;
 - vertonen in het licht fotosynthese;
 - kunnen energierijke stoffen maken uit energiearme stoffen;
 - hebben geen andere organismen nodig voor hun voedsel;
 - nemen alleen energiearme stoffen op uit hun milieu.
- Heterotrofe organismen:
 - hebben geen bladgroen;
 - vertonen geen fotosynthese;
 - kunnen geen energierijke stoffen maken uit energiearme stoffen;
 - hebben andere organismen nodig voor hun voedsel;
 - nemen energierijke en energiearme stoffen op uit hun milieu.

EXTRA DOELSTELLING 12

Je moet de energiestroom in een ecosysteem kunnen beschrijven.

- De energiestroom in een ecosysteem: in elke schakel van een voedselketen verdwijnt energie uit de voedselketen.
 - Sommige individuen sterven zonder dat ze worden gegeten door individuen van de volgende schakel.
 - Van de individuen die wel worden gegeten, wordt een deel niet verteerd. Dit deel komt in de uitwerpselen terecht.
 - Van de stoffen die wel worden verteerd, wordt een deel verbruikt als brandstoffen. Bij de verbranding hiervan komt energie vrij, meestal in de vorm van warmte of beweging.
 - Het overgebleven deel kan worden gebruikt als bouwstoffen. Dit deel kan als voedsel dienen voor de volgende schakel van de voedselketen.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geleerd een piramide van aantallen en van biomassa te tekenen.
- Je hebt geleerd de dichtheid van een populatie te berekenen.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen.
- Je hebt geoefend in het aflezen van diagrammen.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het aflezen van diagrammen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een ecooloog en een wildslager. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en dagelijkse praktijk, die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Afbeelding 48 is een artikel over beuken. In dit artikel wordt een aantal biotische en abiotische factoren genoemd.

- 1 Noem drie biotische factoren die in het artikel worden genoemd.
- 2 Noem drie abiotische factoren die in het artikel worden genoemd.

▼ Afb. 48

Beuken

In Nederland komen van nature veel beuken voor. De bestuiving vindt bij beuken plaats door de wind. In het voorjaar kun je mannelijke en vrouwelijke katjes zien. Na bevruchting groeien de vrouwelijke bloemen uit tot vruchtjes met stekels, waarin zich beukennootjes ontwikkelen. Als de beukennootjes rijp zijn, openen de vruchtjes en vallen de beukennootjes op de grond. De beukennootjes worden onder andere verspreid door eekhoorns, die ze gebruiken als wintervoorraad.

Beuken groeien op vochthoudende, goed doorlatende bodem. De boom leeft samen met een schimmel in de bodem, die een rol speelt bij de wateropname.



DOELSTELLING 2

Noteer over welk niveau van de ecologie de volgende omschrijvingen gaan.

- 1 Een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten.
- 2 Een bos.
- 3 Een hert in een bos (zie afbeelding 49).
- 4 De bosanemonen in een bos.
- 5 Alle organismen in een ecosysteem.

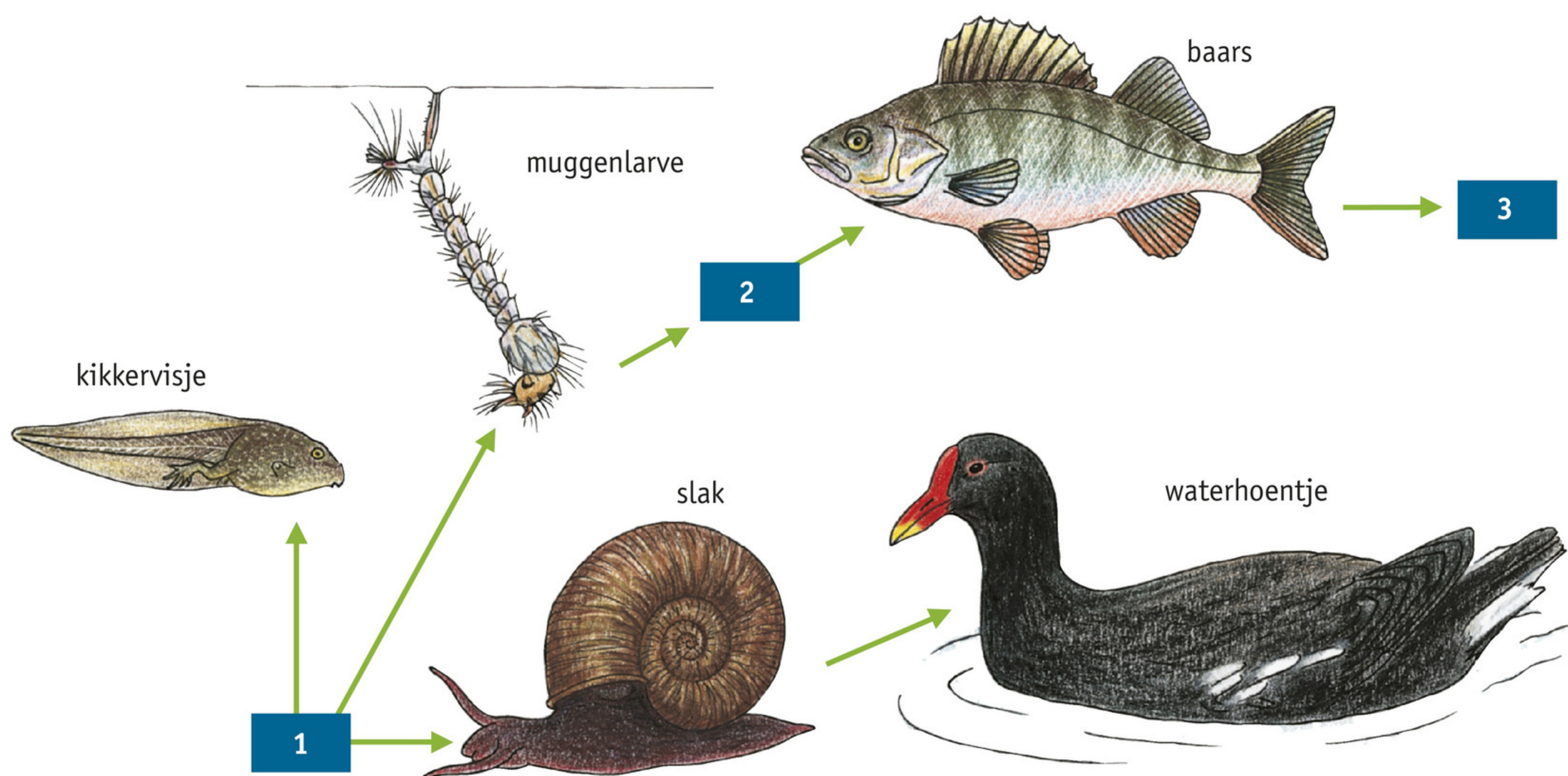
▼ Afb. 49



DOELSTELLING 3

- 1 In je werkboek is een schema van een voedselweb getekend.
Vul in dit schema de volgende organismen op de juiste plaats in: *klaver* – *konijn* – *tarweplant* – *uil* – *veldmuis* – *vos*.
- 2 In afbeelding 50 zijn schematisch enkele voedselrelaties in een levensgemeenschap in zoet water weergegeven. Drie schakels, aangeduid met 1, 2 en 3, zijn niet ingevuld. In het schema ontbreken *plantaardig plankton*, een *snoek* (een roofvis) en een *waterkever* (een in het water levend roofinsect). Vul de juiste organismen in op de plaatsen 1, 2 en 3.

▼ Afb. 50

**DOELSTELLING 4**

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Afhankelijk van de voedselkeuze is een dier een alleseter, planteneter of vleeseter. Welke van deze groepen dieren behoort of behoren tot de consumenten in de kringloop van stoffen?
 - A Alleen de planteneters.
 - B Alleen de alleseters en de vleeseters.
 - C De alleseters, de planteneters en de vleeseters.
- 2 Lees de tekst van afbeelding 51. Behoren eekhoorns tot de alleseters, tot de planteneters of tot de vleeseters?
 - A Tot de alleseters.
 - B Tot de planteneters.
 - C Tot de vleeseters.
- 3 Huiszwammen zijn schimmels. Huiszwammen kunnen houten vloerbalken in huizen aantasten, waardoor de bewoners op een gegeven moment door de vloer zakken. Zijn huiszwammen consumenten, producenten of reducenten?
 - A Consumenten.
 - B Producenten.
 - C Reducenten.

▼ Afb. 51

Minder eekhoorns

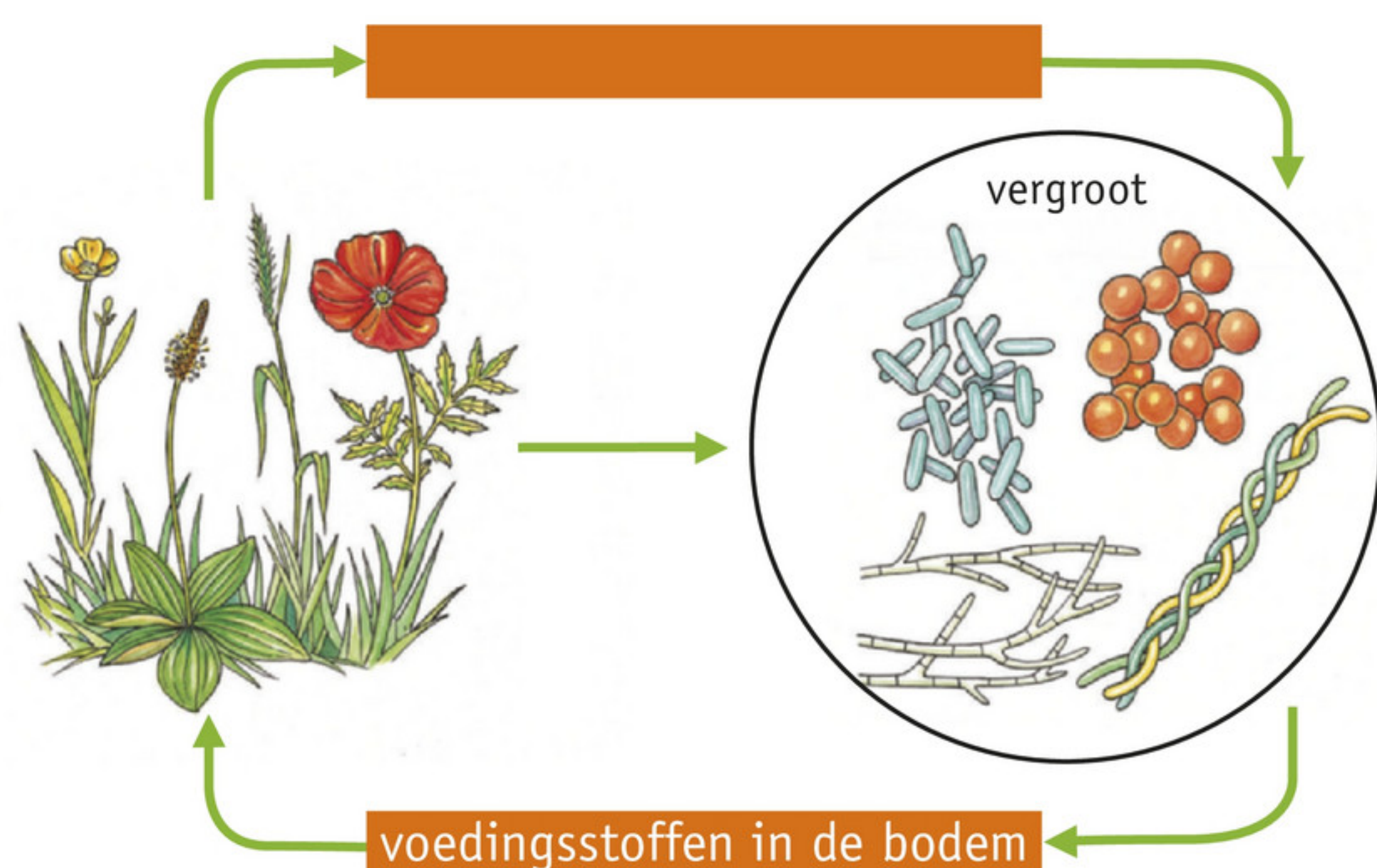
In heel Nederland hebben eekhoorns te lijden gehad onder een gebrek aan eikels en beukennotjes. In de periode 2008–2011 waren er al weinig bosvruchten. In 2012 werd de schaarste gevolgd door een lange winter met veel sneeuw. Naast eikels en andere zaden eten eekhoorns ook insecten en soms zelfs jonge vogels.



- 4 In afbeelding 52 is een kringloop van stoffen schematisch getekend. Wat moet er in het lege vak staan om de kringloop compleet te maken?

A Consumenten.
B Producenten.
C Reducenten.

▼ Afb. 52



- 5 Bij welke groep van organismen kunnen de organismen glucose maken uit water en koolstofdioxide?
- A Bij de consumenten.
B Bij de producenten.
C Bij de reducenten.

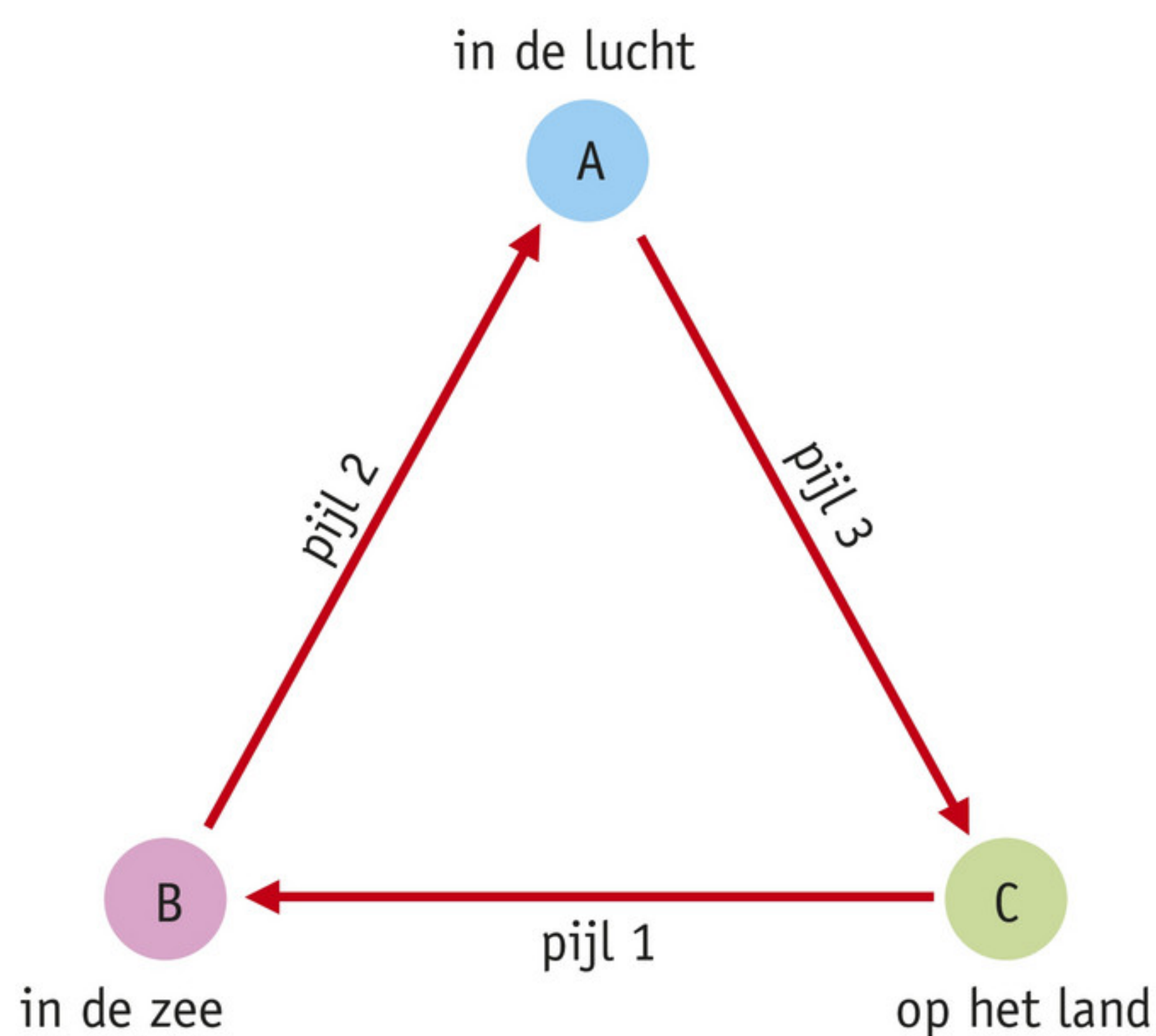
DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 53 is de kringloop van water schematisch weergegeven. Drie pijlen zijn genummerd.

- 1 Bij welke pijl(en) vindt condensatie plaats?
2 Bij welke pijl(en) vindt verdamping plaats?
3 Bij welke pijl(en) kunnen hagelstenen deel uitmaken van de kringloop van water?

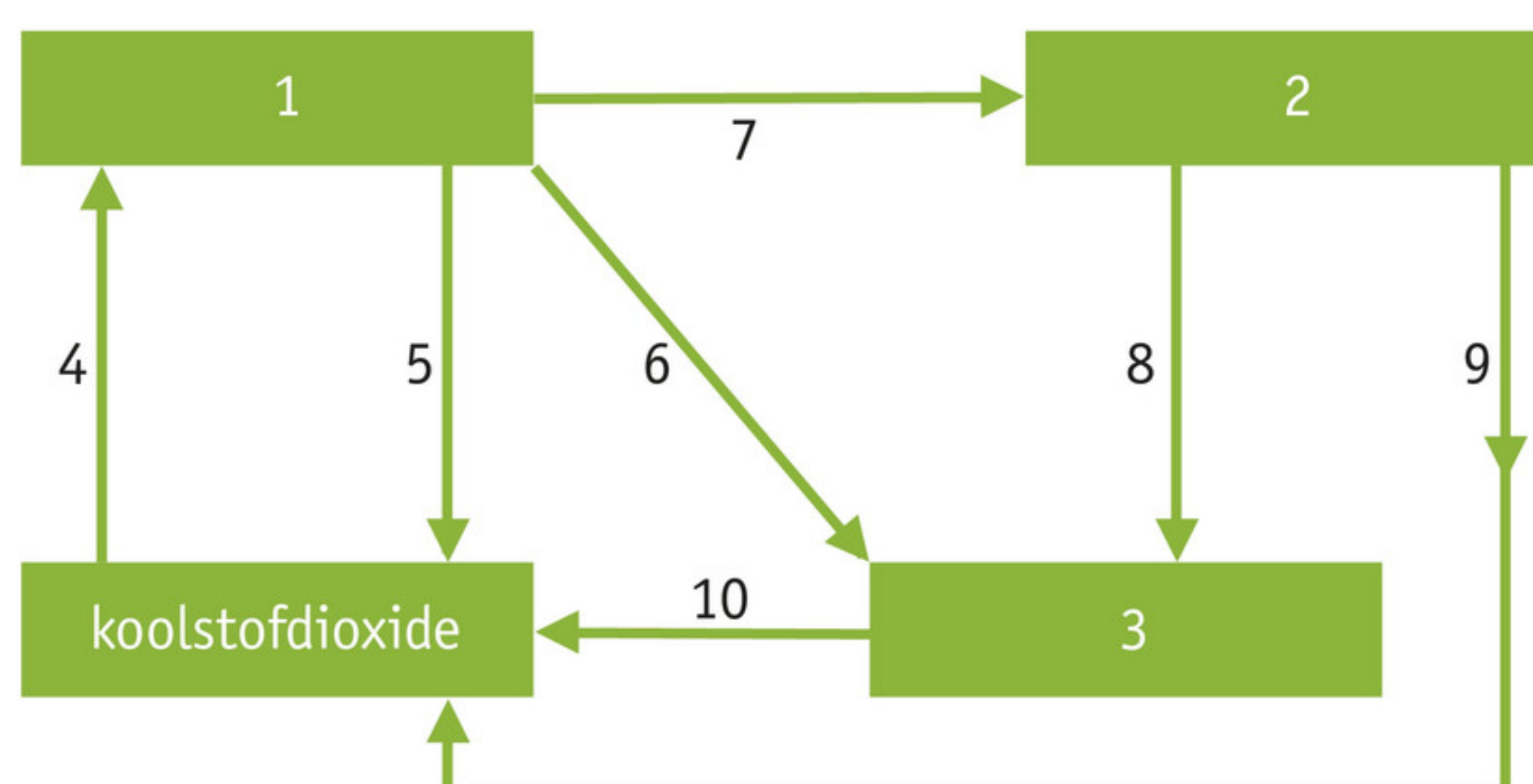
▼ Afb. 53



In afbeelding 54 is de koolstofkringloop schematisch weergegeven. Drie vakken en zeven pijlen zijn genummerd.

- 4 Welk vak geeft de energierijke stoffen in producenten weer?
5 Welk vak geeft de energierijke stoffen in reducenten weer?
6 Welk vak geeft dierlijke energierijke stoffen weer?
7 Bij welke pijl(en) is er sprake van fotosynthese?
8 Bij welke pijl(en) is er sprake van verbranding?
9 Bij welke pijl(en) is er sprake van dode resten van organismen?

▼ Afb. 54



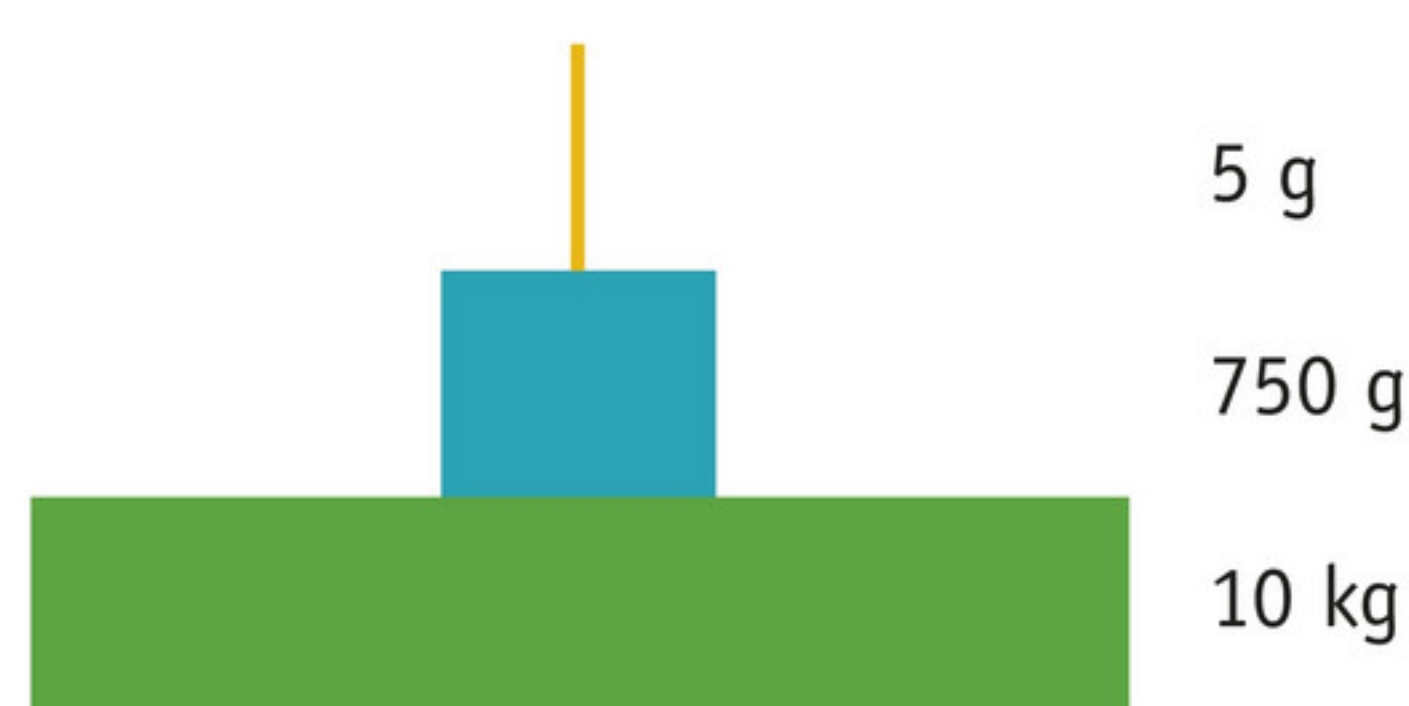
DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Heeft een piramide van aantallen altijd een piramidevorm? Waardoor komt dat?
- A Ja, want een piramide van aantallen geeft altijd de schakels van een voedselketen in de juiste volgorde weer.
B Ja, want in een voedselketen wordt het aantal individuen altijd kleiner in elke volgende schakel.
C Nee, want een piramide van aantallen kan de schakels van een voedselketen soms in een andere volgorde weergeven.
D Nee, want in een voedselketen kan het aantal individuen in een volgende schakel groter zijn.

- 2 In afbeelding 55 is een piramide van biomassa getekend van de voedselketen algen → muggen → kikker.
- Welke van de volgende beweringen hierover is juist?
- A Uit 5 g biomassa in algen wordt 750 g biomassa in muggen gevormd.
 - B Uit 5 g biomassa in algen wordt uiteindelijk 10 kg biomassa in kikkers gevormd.
 - C Uit 750 g biomassa in algen wordt 5 g biomassa in kikkers gevormd.
 - D Uit 750 g biomassa in muggen wordt 5 g biomassa in kikkers gevormd.

▼ Afb. 55



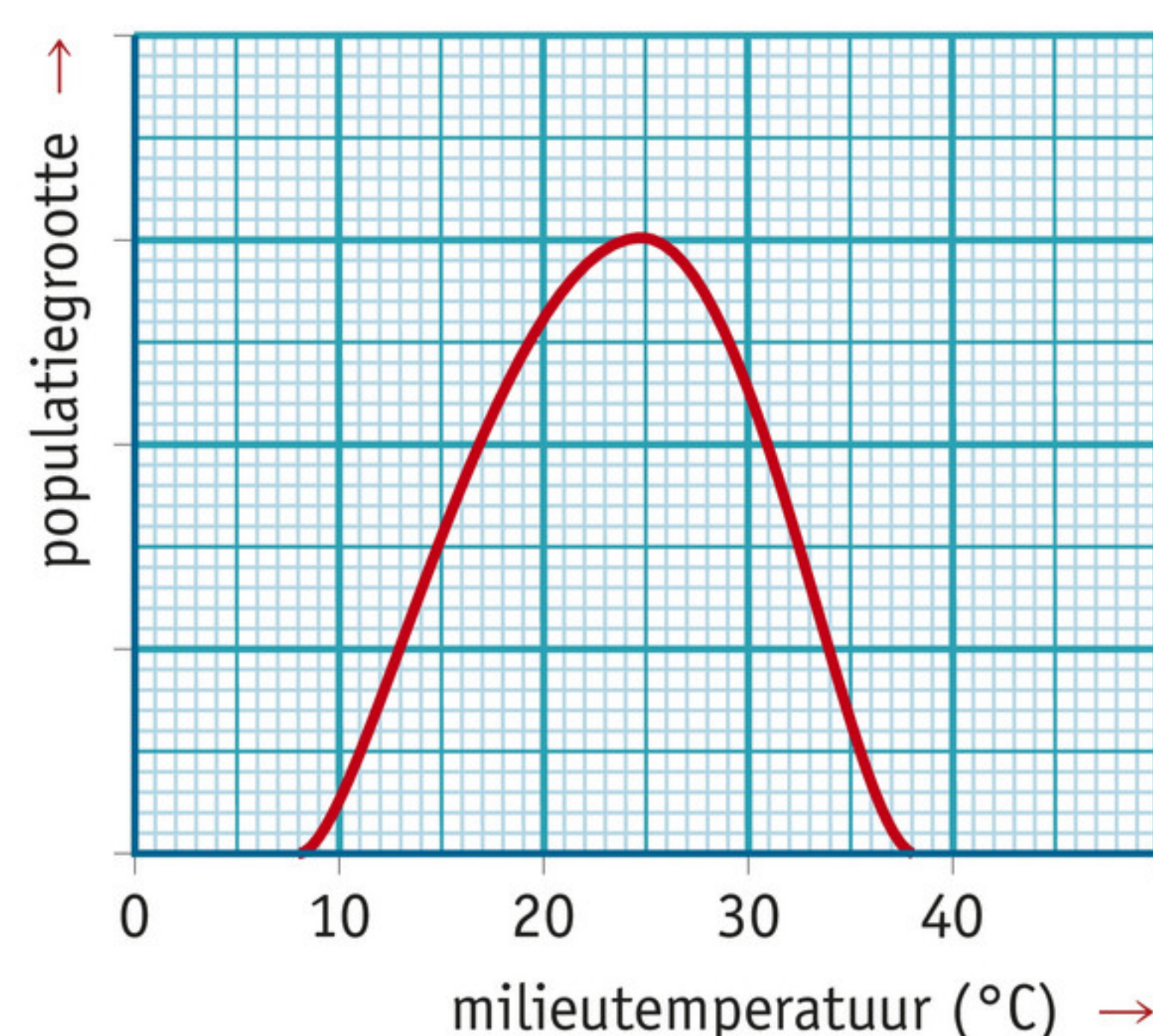
- 3 Van een voedselketen van vier schakels is van elke schakel de biomassa berekend. Deze biomassa's zijn: 1 kg, 20 kg, 400 kg en 40 000 kg. Hoeveel kg is de biomassa van alle consumenten samen?
- A 20 kg.
 - B 400 kg.
 - C 421 kg.
 - D 40 000 kg.

DOELSTELLING 7

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In afbeelding 56 is in een diagram het verband weergegeven tussen de milieutemperatuur en de populatiegrootte van de kanaalmeerval (zie afbeelding 57).
- Bij welke temperatuur zijn de groei- en voortplantingskansen van kanaalmeervallen het grootst? En hoe wordt deze temperatuur genoemd?
- Groei- en voortplantings- Deze temperatuur kansen het grootst bij is de*
- A 25 °C. maximumtemperatuur.
 - B 25 °C. optimumtemperatuur.
 - C 37 °C. maximumtemperatuur.
 - D 37 °C. optimumtemperatuur.

▼ Afb. 56



▼ Afb. 57 Kanaalmeerval.



▼ Afb. 58



- 2 In afbeelding 58 is een grasland weergegeven met enkele organismen die erin voorkomen. Gedurende enkele zomers is het erg droog. Daardoor komt er steeds minder gras in het gebied. Hoe zal hierdoor het aantal velduilen in dit gebied veranderen? En hoe zal het aantal veldmuizen veranderen?

<i>Het aantal velduilen zal</i>	<i>Het aantal veldmuizen zal</i>
---------------------------------	----------------------------------

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| A groter worden. | groter worden. |
| B groter worden. | kleiner worden. |
| C kleiner worden. | groter worden. |
| D kleiner worden. | kleiner worden. |

- 3 Afbeelding 59 is een artikel over bunzingen. Twee beweringen naar aanleiding van dit artikel zijn:
- 1 Als dood hout en takken weer worden opgeruimd, zal het aantal konijnen toenemen.
 - 2 De beschreven levensgemeenschap in de Biesbosch is in evenwicht als het aantal bunzingen gelijk is aan het totale aantal muizen, hazen en konijnen samen.

Welke van deze beweringen is (zijn) juist?

- A** Geen van beide.
B Alleen 1.
C Alleen 2.
D Zowel 1 als 2.

▼ Afb. 59

Bunzingen in de Biesbosch

In de Biesbosch komen de laatste jaren steeds meer bunzingen voor. Dit is het gevolg van natuurbeheer waarbij hout en takken in de bossen niet meer worden opgeruimd. De bunzingen zitten graag in hopen dood hout. Zij vinden daarin onder meer nestgelegenheid. Bunzingen eten muizen, hazen en konijnen. Door de houtbergen is de ruimte voor gras minder geworden. Toch is er nog wel ruimte over voor de grassen waar de muizen, hazen en konijnen van leven.



DOELSTELLING 8

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Door successie gaat een ecosysteem geleidelijk over in een ander ecosysteem.
- 2 Op de stenige ondergrond van afbeelding 60 is een pionierecosysteem te zien.

▼ Afb. 60



- 3 Een voorbeeld van een pionierecosysteem in Nederland is een loofbos.
- 4 Op een kale zandvlakte kan na verloop van tijd een climaxecosysteem ontstaan.
- 5 In een climaxecosysteem zijn er van iedere soort veel individuen.
- 6 De bodem in een climaxecosysteem is rijker aan humus dan de bodem in een pionierecosysteem.
- 7 Een climaxecosysteem heeft een ingewikkelder voedselweb dan een pionierecosysteem.
- 8 In een climaxecosysteem variëren de abiotische factoren sterker dan in een pionierecosysteem.

DOELSTELLING 9

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Ad en Ton vergelijken landdieren met waterdieren. Ad zegt dat alle dieren die in het water leven een gestroomlijnde lichaamsvorm hebben. Ton zegt dat alle dieren die op het land leven aanpassingen hebben om hun eigen lichaamsgewicht te dragen. Wie heeft (hebben) gelijk?
A Ad en Ton hebben geen van beiden gelijk.
B Alleen Ad heeft gelijk.
C Alleen Ton heeft gelijk.
D Beiden hebben gelijk.

- 2 In afbeelding 61 zie je een egel.
Is een egel een topganger of een zoolganger? En zijn de poten van een egel vooral aangepast aan het lopen op een zachte bodem of aan het lopen op een harde bodem?

Een egel is een De poten zijn vooral
aangepast aan het lopen
op een

- | | |
|---------------|---------------|
| A topganger. | zachte bodem. |
| B topganger. | zachte bodem. |
| C zoolganger. | zachte bodem. |
| D zoolganger. | harde bodem. |

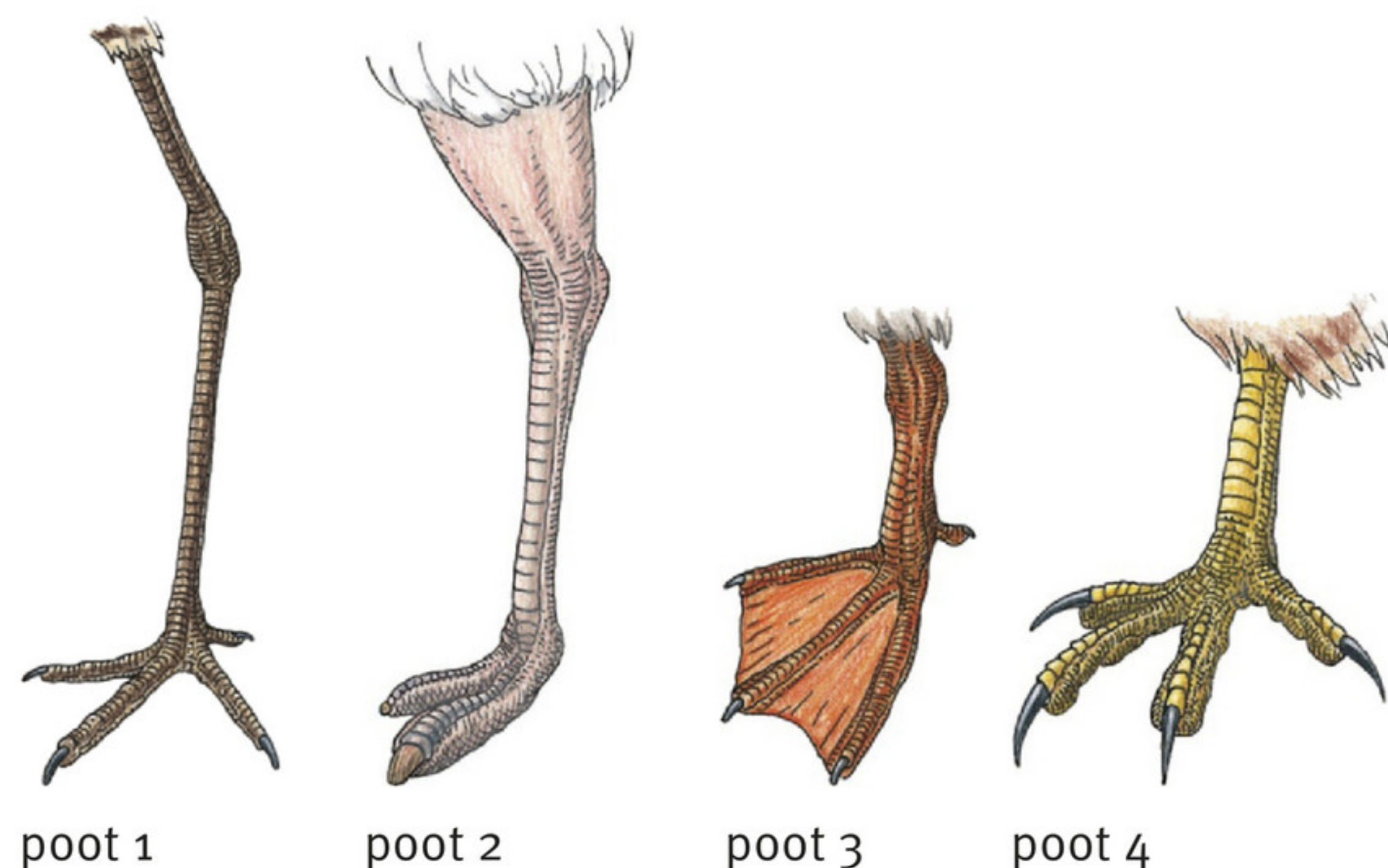
▼ Afb. 61 Egel (*Erinaceus europaeus*).



- 3 In afbeelding 62 zijn vier poten van vogels getekend. Welke poot kan van een loopvogel zijn? En welke kan van een roofvogel zijn?

- A Poot 1 is van een loopvogel en poot 3 is van een roofvogel.
B Poot 1 is van een loopvogel en poot 4 is van een roofvogel.
C Poot 2 is van een loopvogel en poot 3 is van een roofvogel.
D Poot 2 is van een loopvogel en poot 4 is van een roofvogel.

▼ Afb. 62



- 4 Afbeelding 63 is een foto van een vogel.
Hoe gebruikt deze vogel de snavel bij het verkrijgen van voedsel?
- A Deze vogel kraakt met zijn snavel noten en harde zaden.
B Deze vogel prikt met zijn snavel in de bodem naar bodemdiertjes.
C Deze vogel vangt met zijn snavel insecten.
D Deze vogel zeef met zijn snavel kleine plantjes en diertjes uit het water.

▼ Afb. 63



- 5 Welke van de vier vogelpoten van afbeelding 62 kan afkomstig zijn van dezelfde vogel als de snavel van afbeelding 63?
- A Vogelpoot 1.
B Vogelpoot 2.
C Vogelpoot 3.
D Vogelpoot 4.

DOELSTELLING 10

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Twee kenmerken bij planten zijn:
- 1 grote, platte bladeren;
 - 2 een sterk ontwikkeld wortelstelsel.
- Welk(e) van deze kenmerken kun je aantreffen bij landplanten die in een vochtig milieu leven?
- A Geen van beide kenmerken.
B Alleen kenmerk 1.
C Alleen kenmerk 2.
D Beide kenmerken.

- 2 Een cactus is aangepast aan een droog milieu. Twee leerlingen doen over deze plant een uitspraak. Mahdat zegt dat de stekels van cactussen een aanpassing zijn aan een droog milieu. Nadir zegt dat de stengels van cactussen aangepast zijn aan een droog milieu. Wie heeft (hebben) gelijk?
- A Mahdat en Nadir hebben geen van beiden gelijk.
 B Alleen Mahdat heeft gelijk.
 C Alleen Nadir heeft gelijk.
 D Beiden hebben gelijk.
- 3 Vroeg in het voorjaar bloeien in sommige beukenbossen planten als bosanemoon en speenkruid (zie afbeelding 64). Daarna verdorren deze planten en sterven de bovengrondse delen af. In het voorjaar is een bepaalde abiotische factor gunstiger voor deze planten dan in de zomer. Welke abiotische factor is gunstiger? En hoe verschilt die factor in het voorjaar en in de zomer?
- A De hoeveelheid licht: in het voorjaar valt op de bodem in een bos meer licht dan in de zomer.
 B De hoeveelheid voedingsstoffen: in het voorjaar zijn in de bodem in een bos minder voedingsstoffen beschikbaar dan in de zomer.
 C De temperatuur: in het voorjaar is de temperatuur van de bodem in een bos hoger dan in de zomer.
 D Het watergehalte: in het voorjaar is de bodem in een bos droger dan in de zomer.

▼ Afb. 64



1 bosanemoon



2 speenkruid

EXTRA DOELSTELLING 11

Kruis aan of de volgende kenmerken gelden voor autotrofe organismen en/of voor heterotrofe organismen.

- 1 Ze hebben bladgroen.
- 2 In de cellen vindt verbranding plaats.
- 3 In sommige cellen kan fotosynthese plaatsvinden.
- 4 Ze kunnen energierijke stoffen maken uit energiearme stoffen.
- 5 Ze hebben andere organismen nodig voor hun voedsel.
- 6 Ze nemen energierijke stoffen op uit hun milieu.
- 7 Ze nemen energiearme stoffen op uit hun milieu.

EXTRA DOELSTELLING 12

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In de tekst van afbeelding 65 worden verschillende organismen genoemd. Welke van deze organismen zorgt/zorgen ervoor dat zonne-energie wordt vastgelegd in energierijke stoffen?
 - A De kevers en wormen.
 - B De konijnen.
 - C De roofvogels.
 - D Het gras.

▼ Afb. 65

Bosrand

Aan de rand van een bos leven veel konijnen. Zij eten vooral gras. Soms wordt een konijn gevangen en opgegeten door een roofvogel. De uitwerpselen van konijnen en roofvogels zijn voedsel voor kevers en wormen.



- 2** Jonge konijntjes zijn veel in beweging. Ze groeien ook goed. Twee leerlingen doen hierover een uitspraak.

Pablo zegt dat de energierijke stoffen die de konijntjes gebruiken voor beweging worden doorgegeven aan de volgende schakel in de voedselketen.

Ruthy zegt dat de energierijke stoffen die de konijntjes gebruiken voor de groei worden doorgegeven aan de volgende schakel in de voedselketen.

Wie heeft (hebben) gelijk?

- A** Geen van beide heeft gelijk.
 - B** Alleen Pablo heeft gelijk.
 - C** Alleen Ruthy heeft gelijk.
 - D** Zowel Pablo als Ruthy heeft gelijk.
- 3** Een voedselketen is: algen → roeipootkreeftjes → stekelbaarsjes → snoek.
In welke schakel is de hoeveelheid energierijke stoffen het grootst?
- A** In de algen.
 - B** In de roeipootkreeftjes.
 - C** In de snoek.
 - D** In de stekelbaarsjes.

- 4** Uilenballen kun je vaak in een bos vinden (zie afbeelding 66). Uilenballen bevatten haren, botjes en andere onverteerbare delen van de prooien die een uil heeft gegeten.

Een uil heeft een muis gevangen en opgegeten.

Korte tijd later braakt de uil een uilenbal uit.

Bevat deze uilenbal energierijke stoffen van de muis? Zo ja, door welke organismen kunnen deze energierijke stoffen als bouwstoffen of brandstoffen worden gebruikt?

- A** Deze uilenbal bevat geen energierijke stoffen van de muis.
- B** Deze uilenbal bevat energierijke stoffen van de muis, die door de uil als bouwstoffen of brandstoffen kunnen worden gebruikt.
- C** Deze uilenbal bevat energierijke stoffen van de muis, die door producenten als bouwstoffen of brandstoffen kunnen worden gebruikt.
- D** Deze uilenbal bevat energierijke stoffen van de muis, die door reducenten als bouwstoffen of brandstoffen kunnen worden gebruikt.

▼ Afb. 66

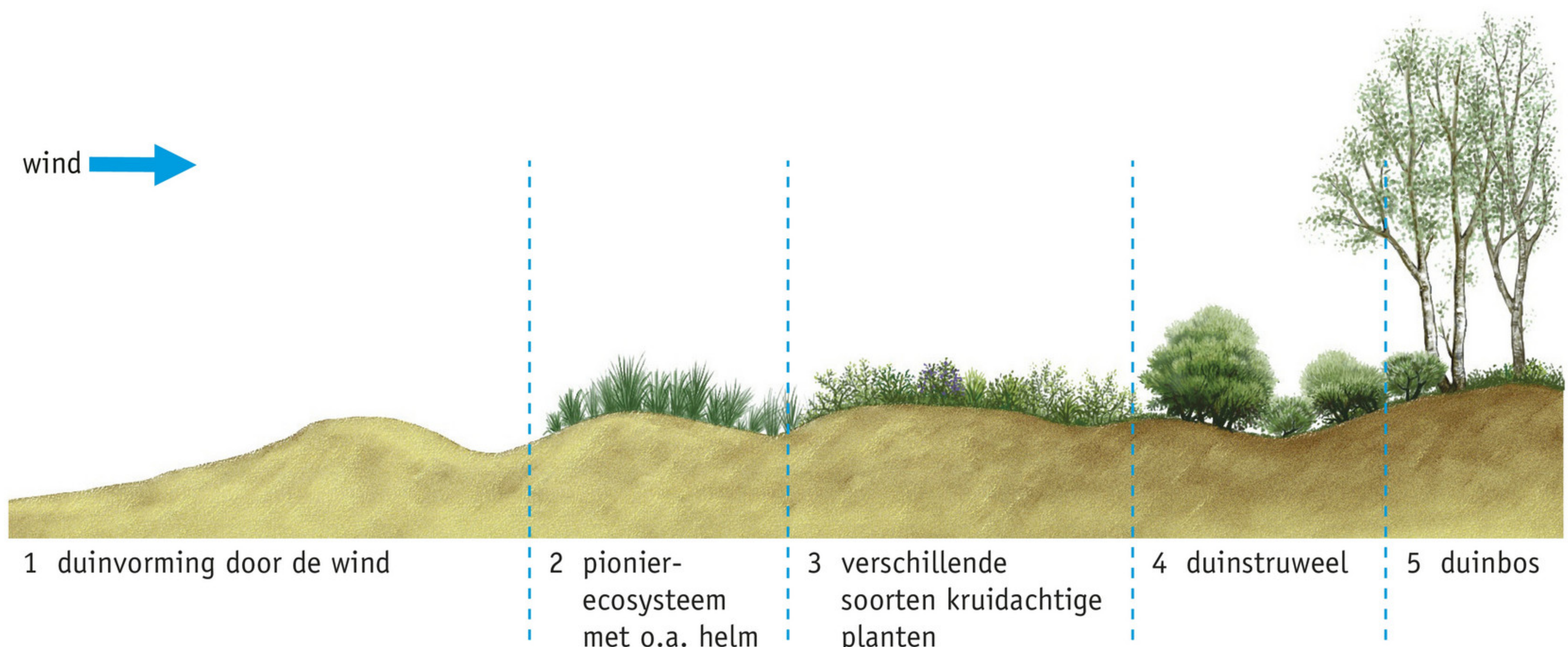


De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

1 Ecosystemen in Nederland

Er zijn in Nederland veel ecosystemen: duingebieden, loofbossen, naaldbossen, heidevelden, plassen, akkers, weiden, sloten, rivieren, het waddengebied, enzovoort. In deze verrijkingstof leer je meer over enkele van deze ecosystemen. Je moet vragen beantwoorden en een schema invullen.

▼ **Afb. 67** Stadia van successie in een duingebied.



DUINEN

Duinen zijn zandheuvelds die door de wind zijn aangewaaid. In een duingebied zijn vaak verschillende stadia van de successie te zien (zie afbeelding 67). De stadia zijn het gemakkelijkst te onderscheiden aan de plantengroei.

De eerste planten zijn bestand tegen barre omstandigheden. Als ze ondergestoven raken, moeten ze weer boven het zand uit groeien. Ook moeten ze genoeg hebben aan heel weinig humus in de bodem. Slechts enkele planten zijn daartegen bestand. De eerste soorten die verschijnen, zijn bepaalde **grassen**, waaronder helm (zie afbeelding 68). Deze grassen maken deel uit van het pionierecosysteem in een duingebied. Als de eerste grassen zich hebben gevestigd, stuift het zand minder vaak weg en komt er langzaam meer humus in de bodem. Het pionierecosysteem wordt verdrongen door een ander ecosysteem, waarin verschillende soorten **kruidachtige planten** groeien.

Dit stadium duurt enige tijd. Soms wordt in dit stadium de successie verstoord, bijvoorbeeld wanneer konijnen holen graven of wanneer door een storm een dikke laag zand over de planten waait. Dan begint de successie weer van voren af aan met het pionierecosysteem.

▼ **Afb. 68** Helm.



▼ **Afb. 69** Duinstruweel.



▼ **Afb. 71** Een naaldbos.



Na verloop van tijd beginnen er struiken te groeien, vooral duindoornstruiken. We noemen deze begroeiing het **duinstruweel** (zie afbeelding 69). Dit is het derde stadium van de successie.

Ten slotte vestigt het climaxecosysteem zich: een **duinbos** met berken, wilgen en vlierstruiken.

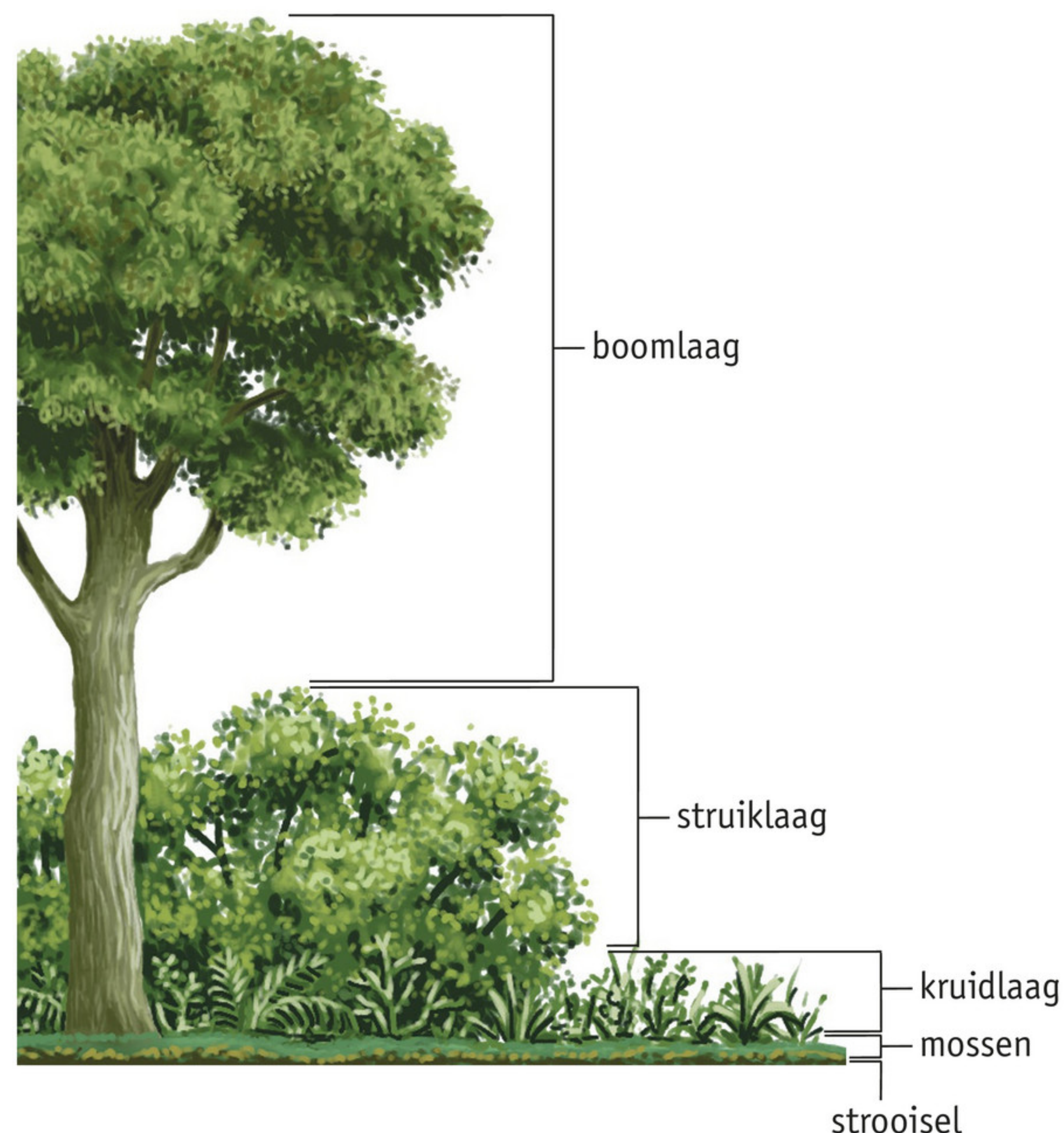
LOOFBOS

Loofbos is het natuurlijke climaxecosysteem in het grootste deel van Nederland. In een loofbos groeien de planten in verschillende lagen (zie afbeelding 70). Op de bodem van een bos ligt strooisel. In het strooisel komen veel kleine dieren voor.

Vlak boven het strooisel bevindt zich de moslaag. Deze laag is slechts enkele centimeters hoog. Hierin groeien onder andere mossen en paddenstoelen. Boven de moslaag ligt de kruidlaag. Hierin groeien varens, de bosbes en allerlei kruidachtige planten.

Daarboven bevindt zich de struiklaag en helemaal bovenaan de boomlaag met de kruinen van de bomen. Tussen de vier lagen vindt concurrentie plaats om het zonlicht en om op de bodem zoveel mogelijk zaden te kunnen laten ontkiemen.

▼ **Afb. 70** De lagen in een loofbos.



NAALDBOS

Naaldbos komt van nature in Nederland niet voor. Waar naaldbossen voorkomen, zijn ze aangeplant. Naaldbomen groeien sneller dan loofbomen. In een naaldbos komen niet dezelfde lagen voor als in een loofbos (zie afbeelding 71). Een naaldbos is veel armer aan soorten dan een loofbos.

2 De strooisellaag

In veel ecosystemen is de bodem bedekt met een laag afgevallen takjes en bladeren. We noemen dat **strooisel** (zie afbeelding 72). In de laag strooisel en in de bovenste laag van de bodem leven veel kleine dieren. Vooral op een warme middag kun je hierin veel diertjes aantreffen.

In deze verrijkingsstof ga je de laag strooisel en de bovenste laag van de bodem onderzoeken op de aanwezigheid van kleine bodemdieren. Je voert dit onderzoek uit in een groepje.

Je kunt dit onderzoek uitvoeren in verschillende ecosystemen in de omgeving van je school zoals een bos, een weiland, een akker of een park.

▼ **Afb. 72** Strooisellaag.



▼ **Afb. 73** Een app om dieren te zoeken.



In het ecosysteem neem je een **monster** van het strooisel en van de bovenste laag van de bodem. In de klas verzamel je de bodemdiertjes die in je monster voorkomen.

Van de gevonden diertjes probeer je de naam op te zoeken. Hiervoor kun je een zoekkaart, een naslagwerk, internet of een app gebruiken.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 76

3 Samenleven

Binnen een populatie heeft elk individu relaties met een groot aantal soortgenoten. Bij deze relaties onderscheiden we **concurrentie** (competitie) en **samenwerking**. Er is bijvoorbeeld concurrentie om voedsel, om het vinden van een partner of een veilige plek.

RELATIES BINNEN EEN POPULATIE

Tussen individuen van een soort is vaak concurrentie. Bij dieren die in groepen leven, zie je vaak een **rangorde**. Doordat ieder zijn plek weet, zijn er minder gevechten. Ook een territorium vermindert de kans op gevechten. Een **territorium** is een gebied dat verdedigd wordt tegen soortgenoten. Een territorium kan dienen als jachtgebied, maar ook als ruimte voor het grootbrengen van de jongen.

Individuen van een soort kunnen ook samenwerken, bijvoorbeeld om op een prooi te jagen. Bij de voortplanting treedt **paarvorming** op. Hierdoor kunnen mannetjes en vrouwtjes samenwerken om zich voort te planten. Bij sommige soorten vindt ieder jaar opnieuw paarvorming plaats, maar er zijn ook soorten waarbij een mannetje en een vrouwtje hun hele leven bij elkaar blijven. Dit is bijvoorbeeld het geval bij zwanen (zie afbeelding 74).

RELATIES TUSSEN POPULATIES

Tussen individuen van verschillende populaties vindt vaak weinig concurrentie plaats, doordat de soorten zich specialiseren. Torenvalken, steenuilen en ransuilen eten onder andere veldmuizen, maar torenvalken jagen overdag, steenuilen in de schemering en ransuilen 's nachts (zie afbeelding 75).

▼ Afb. 74



▼ Afb. 75



1 torenvalk: jaagt overdag



2 steenuil: jaagt in de schemering



3 ransuil: jaagt 's nachts

Individue van verschillende soorten kunnen langdurige relaties met elkaar onderhouden. Zo'n samenlevingsvorm noem je **symbiose**. Er zijn verschillende vormen.

Beide soorten kunnen voordeel hebben van de symbiose. Dit heet **mutualisme**. Dit zie je bijvoorbeeld bij korstmossen, waarbij een schimmel samenleeft met algen (zie afbeelding 76).

Bij andere vormen van symbiose heeft slechts één van beide individuen voordeel. Als het andere individu geen voordeel en geen nadeel heeft, noem je dat **commensalisme**. Een voorbeeld daarvan zijn boomalgen op de stam van een boom.

Als een van beide individuen nadeel ondervindt van de samenleving noem je dat **parasitisme**. Hierbij leeft een individu, de **parasiet**, op of in een individu van een andere soort, de **gastheer**. Parasieten kunnen dieren, planten of schimmels zijn (zie afbeelding 77).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 77

► **Afb. 76** De bouw van een korstmos.

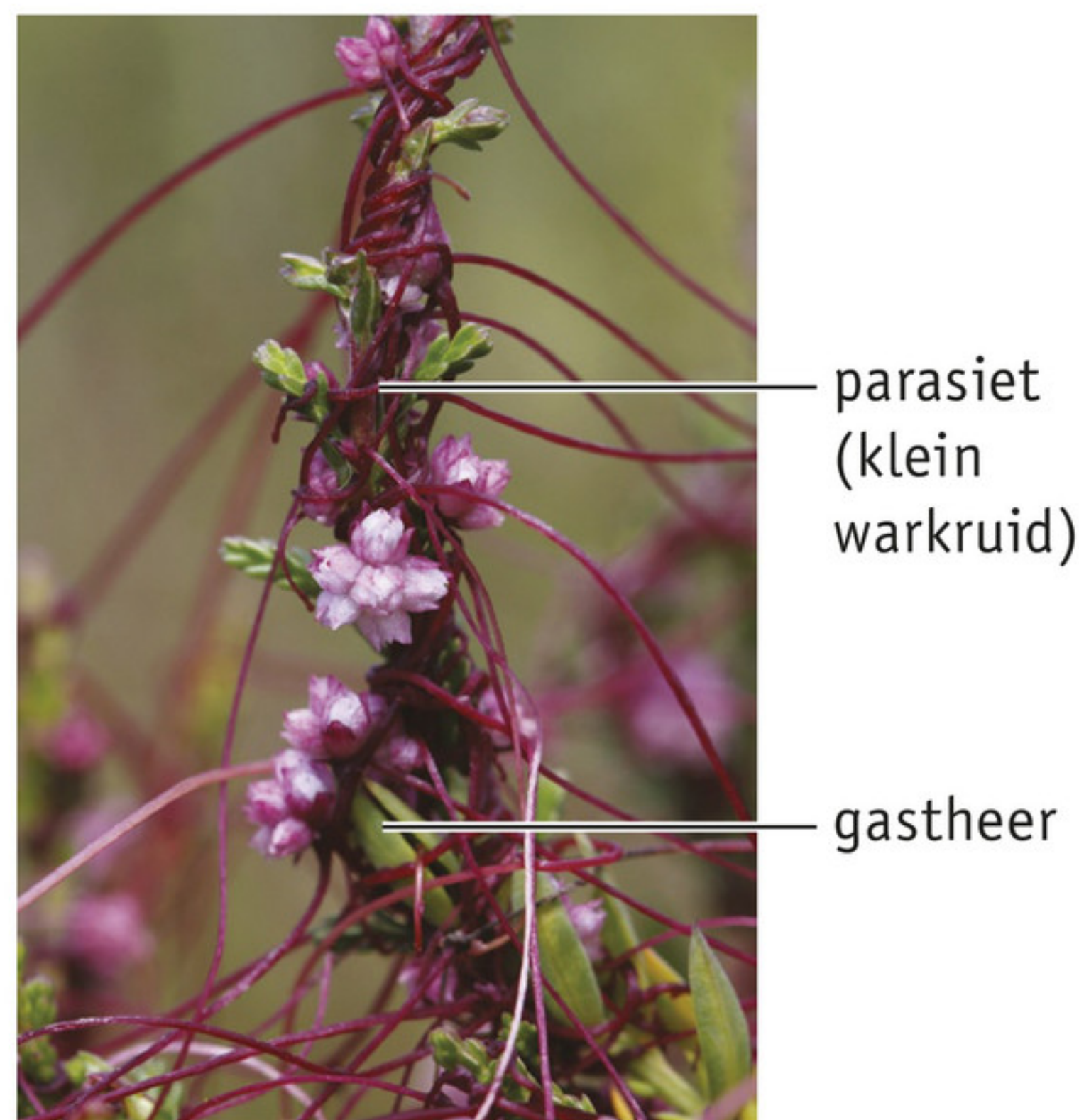


▼ **Afb. 77**



1 Luizen

Dit insect voedt zich met bloed van mensen en zet eitjes (neten) af die aan haren blijven kleven.



2 Klein warkruid

De plant heeft zelf geen bladgroen. Hij onttrekt met zijn wortels energierijke stoffen uit de vaten van zijn gastheer.



3 Voetschimmel

De schimmel groeit vooral in de huid tussen de tenen. Hij leeft van energierijke stoffen in de opperhuid.

7 Mens en milieu



BASISSTOF

- 1 De mens en het milieu
- 2 Energie
- 3 Het broeikaseffect
- 4 Schone lucht
- 5 Afval
- 6 Voedselproductie

EXTRA BASISSTOF

- 7 Bescherming tegen ziekten en plagen
- 8 Water en bodem

124
131
135
139
142
147

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

- | | |
|---------------------|-----|
| Samenvatting | 162 |
| Diagnostische toets | 167 |

VERRIJKINGSSTOF

- | | |
|---|-----|
| 1 Zwerfafval | 176 |
| 2 Maatregelen om het milieu te beschermen | 179 |
| 3 Een bodemprofiel maken | 181 |



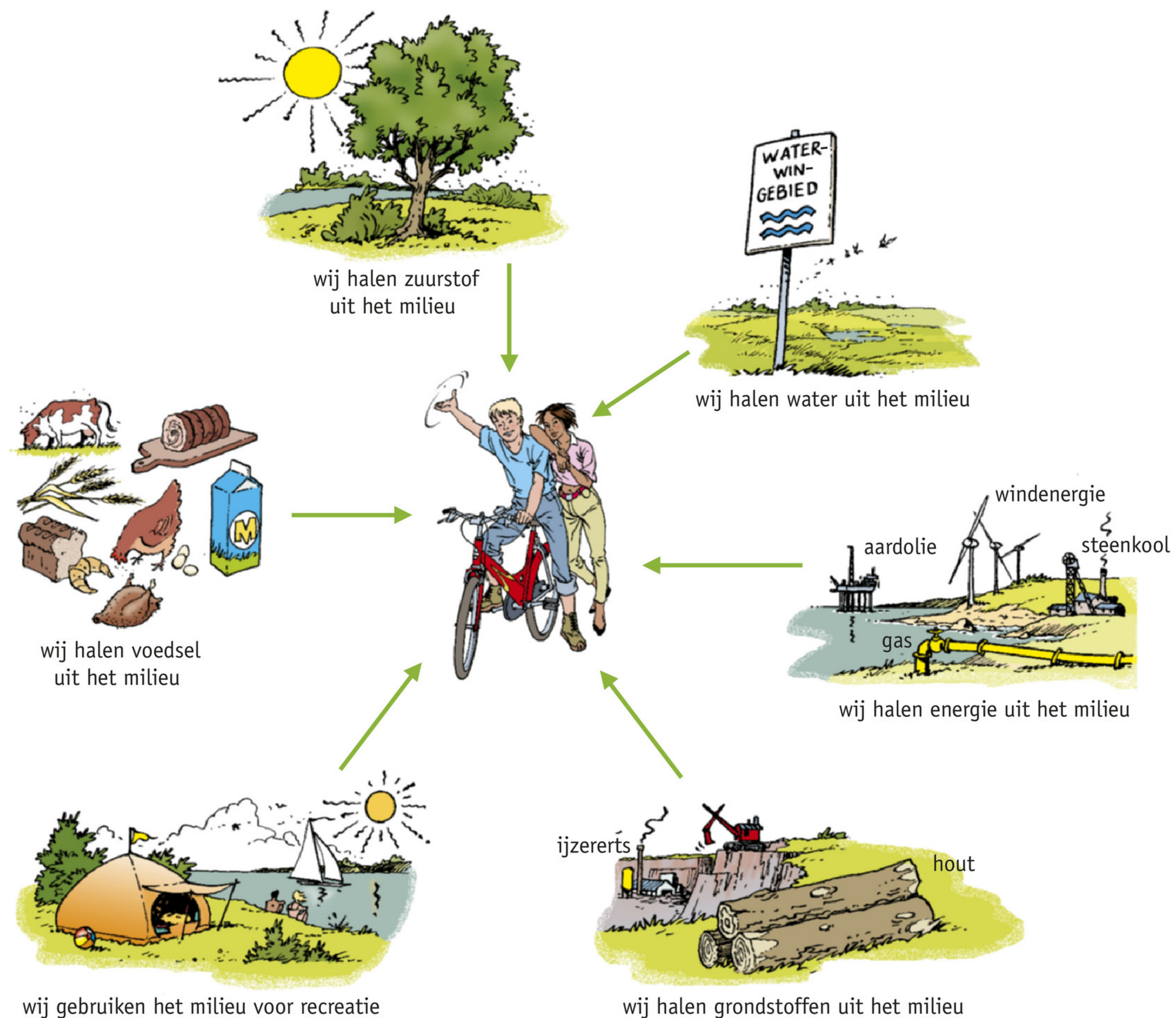
Dit thema heet: Mens en milieu. De mens is afhankelijk van het milieu, maar heeft er ook invloed op. Mensen gaan niet altijd zorgvuldig met het milieu om. Daardoor zijn milieuproblemen ontstaan. In dit thema leer je wat de voornaamste oorzaken en gevolgen van die milieuproblemen zijn. Steeds meer mensen zijn zich bewust van het belang van een schoon milieu. Je leert wat er gedaan wordt om het milieu te beschermen. Ook leer je hoe je zelf kunt meehelpen het milieu te beschermen.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 De mens en het milieu

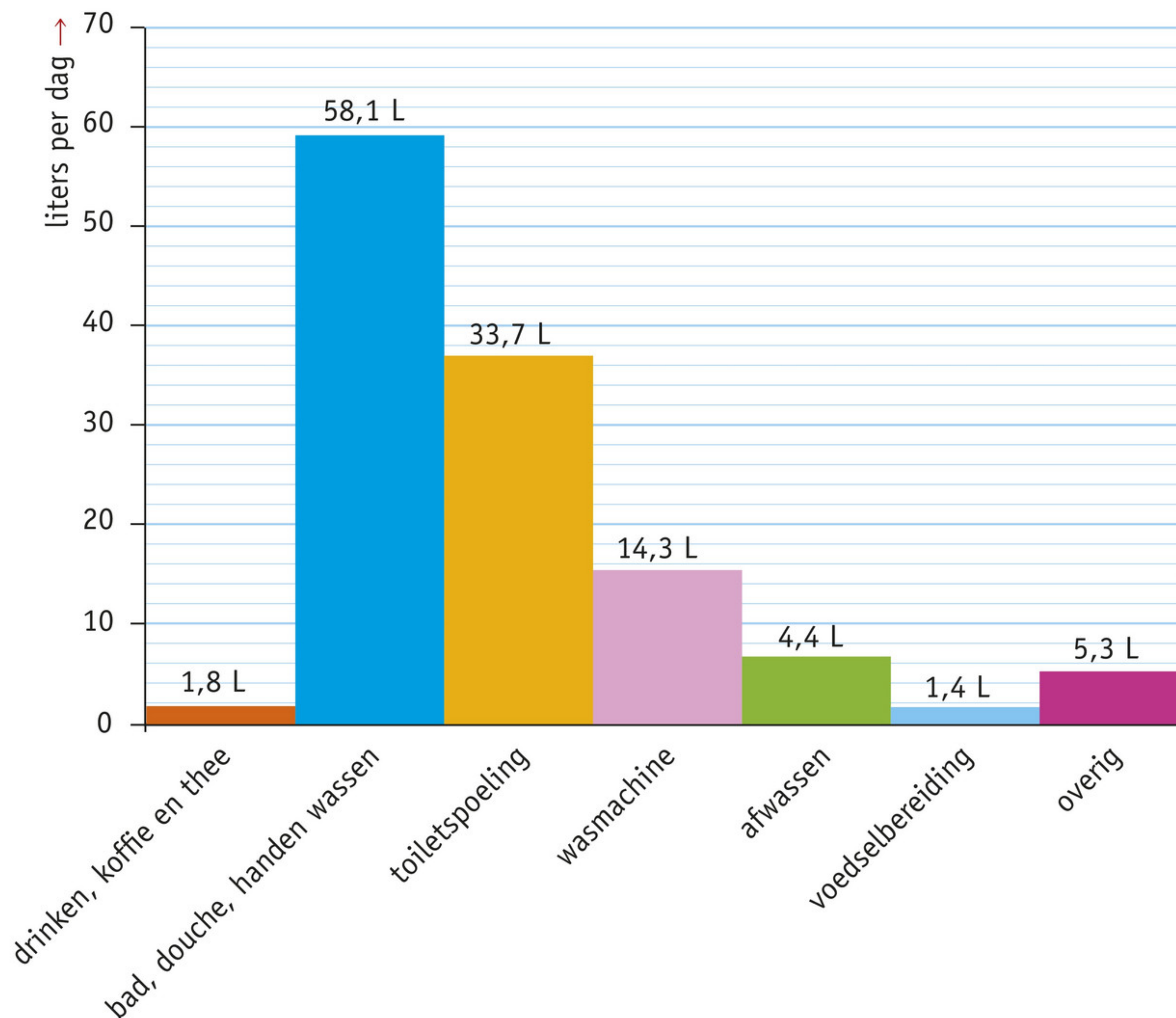
▼ **Afb. 1** De mens is afhankelijk van het milieu.

Het milieu heeft invloed op de mens. De mens is, net als alle andere organismen, afhankelijk van het milieu (zie afbeelding 1).



Mensen halen voedsel, zuurstof en water uit het milieu om te eten, om adem te halen en om te drinken, wassen of het toilet door te spoelen (zie afbeelding 2). Wij halen ook energie uit het milieu, bijvoorbeeld om te koken, ons huis te verwarmen en machines te laten werken. Het milieu levert ook grondstoffen. Grondstoffen worden gebruikt om producten te maken. Van ijzererts wordt ijzer gemaakt, van aardolie worden kunststoffen gemaakt en zijderupsen leveren zijde (zie afbeelding 3). Sommige planten en dieren leveren ook grondstoffen voor medicijnen.

▼ **Afb. 2** Waterverbruik in Nederland.



▼ **Afb. 3** Zijderupsen leveren de grondstof voor zijden stoffen.



Ten slotte is het milieu belangrijk als plaats voor recreatie. Veel mensen gebruiken het milieu om zich te ontspannen. Mensen brengen hun vrije tijd graag door in de natuur. Bijvoorbeeld om te wandelen, te vissen of te zwemmen (zie afbeelding 4).

WB OPDRACHT 1 BLZ. 80

► **Afb. 4** Het milieu als plaats voor recreatie.

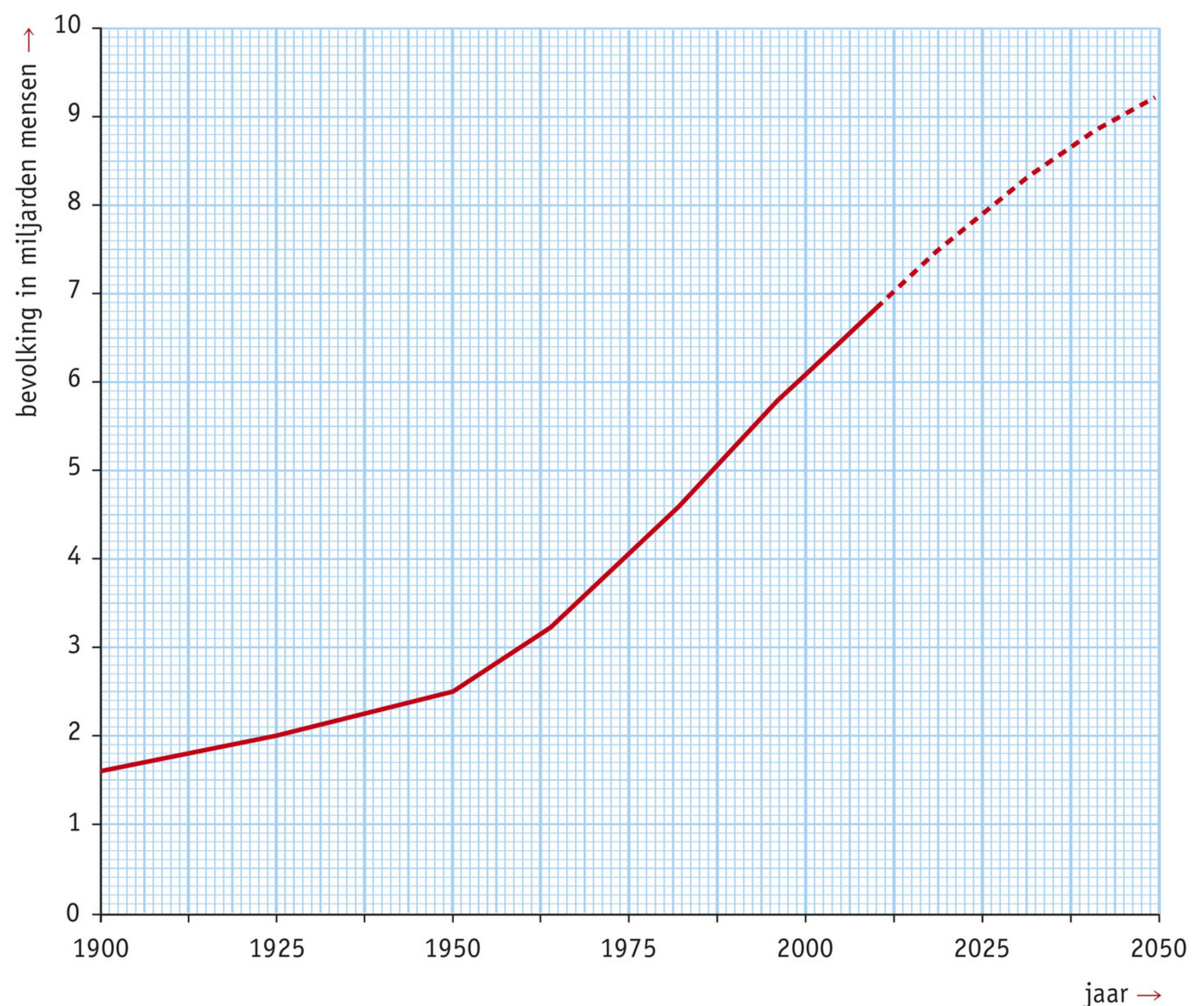


INVLOEDEN OP HET MILIEU

De mens heeft invloed op het milieu. Doordat we bepaalde stoffen aan het milieu onttrekken en er andere stoffen aan toevoegen, veranderen we het milieu. Toen er nog maar weinig mensen op aarde leefden, was de invloed van de mens op het milieu gering. Tegenwoordig veroorzaken de activiteiten van de mens vaak milieuproblemen. **Milieuproblemen** ontstaan doordat de mens stoffen aan het milieu toevoegt die leiden tot **vervuiling** of doordat de mens zo veel stoffen aan het milieu onttrekt dat er sprake is van **uitputting**. Door vervuiling en uitputting vindt **aantasting** van het milieu plaats.

De voornaamste oorzaken van de milieuproblemen zijn de bevolkingstoename en de manier van leven van de mens. De wereldbevolking is de laatste honderd jaar sterk gegroeid en zal voorlopig nog blijven toenemen (zie afbeelding 5). Door die groei is er steeds meer voedsel nodig, waardoor er ook meer grond voor de landbouw nodig is. Bovendien moeten al die mensen ergens wonen en hebben ze wegen nodig om zich te verplaatsen. Ook voor de bouw van huizen en de aanleg van wegen is veel grond nodig. Doordat mensen veel grond gebruiken, verdwijnt voor veel planten en dieren hun natuurlijke milieu.

▼ **Afb. 5** Groei van de wereldbevolking sinds 1900 en de verwachte groei tot 2050.



▼ **Afb. 6** Tegenwoordig gebruiken we veel meer elektrische apparaten.



1 vroeger



2 nu

▼ **Afb. 8**

De mens is de laatste honderd jaar anders gaan leven. Vroeger reisden mensen bijvoorbeeld met paard en wagen, terwijl nu bijna ieder gezin een auto heeft. Daardoor werd het mogelijk om veel verder te reizen. Ook hebben we steeds meer elektrische apparaten, zoals een stofzuiger, wasmachine, koelkast, computer, tablet en mobiele telefoon (zie afbeeldingen 6 en 7). Al deze apparaten en vervoermiddelen hebben energie nodig, net als de fabrieken waar ze gemaakt worden. Om elektriciteit op te wekken zijn veel brandstoffen nodig en er komen veel afvalstoffen bij vrij. De afvalstoffen vervuilen het milieu.

▼ **Afb. 7** Mobiele apparaten zijn niet meer weg te denken uit ons leven.



Doordat mensen veel brandstoffen verbruiken in het verkeer en bij het opwekken van energie, raken de energievoorraden op. We zeggen dan dat de **energiebronnen** uitgeput raken. Om alle machines en apparaten te maken zijn veel grondstoffen uit het milieu nodig. Daardoor raken ook de voorraden van deze **grondstoffen** uitgeput. Als de machines en apparaten worden afgedankt, komen ze bij het afval. Soms is dit afval schadelijk voor het milieu en zelfs giftig. Een **gif** is een stof die een schadelijke invloed heeft op een organisme. Een toxicologisch analist is iemand die de werking van gifstoffen onderzoekt (zie afbeelding 8).

Toxicologisch analist

Hallo, ik ben Chantal. Als toxicologisch analist onderzoek ik de veiligheid van stoffen waaraan de mens blootgesteld wordt of kan worden. We onderzoeken hoe cellen en weefsels reageren op verschillende concentraties van de te testen stoffen. Ik bouw en bedien testopstellingen om de invloed van gassen, vloeistoffen of vaste stoffen te kunnen onderzoeken. Laatst moesten we onderzoek doen naar onbekende stoffen uit vaten die in een bos waren gevonden. De vaten bleken afkomstig te zijn van een illegaal laboratorium voor de productie van xtc. Het onderzoek naar drugsafval neemt sterk toe. De politie vond in 2013 bijvoorbeeld 2× zo veel gedumpt drugsafval als in 2012.

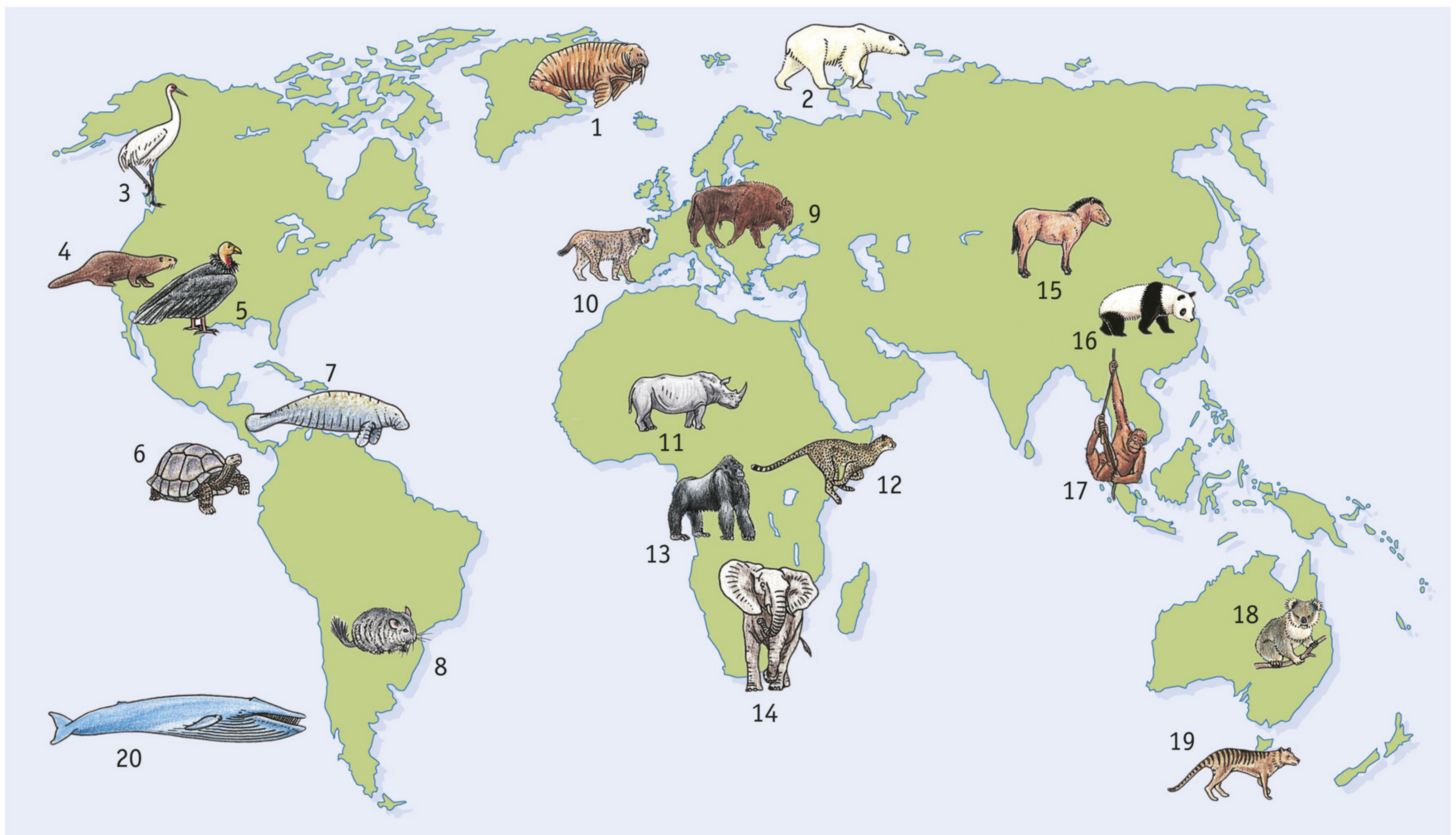


In de **chemische industrie** komt vaak giftig afval vrij bij het maken van bijvoorbeeld kunststoffen, geneesmiddelen, wasmiddelen en verf. De overheid controleert of dit giftig afval veilig wordt verwerkt. Soms komen giftige stoffen toch in het milieu, waardoor milieuvervuiling ontstaat.

BIODIVERSITEIT

Door de activiteiten van de mens is het natuurlijk milieu van veel planten en dieren verdwenen. Ook door de jacht en visserij zijn verschillende plantensoorten en diersoorten uitgestorven. Veel andere soorten worden met uitsterven bedreigd (zie afbeelding 9).

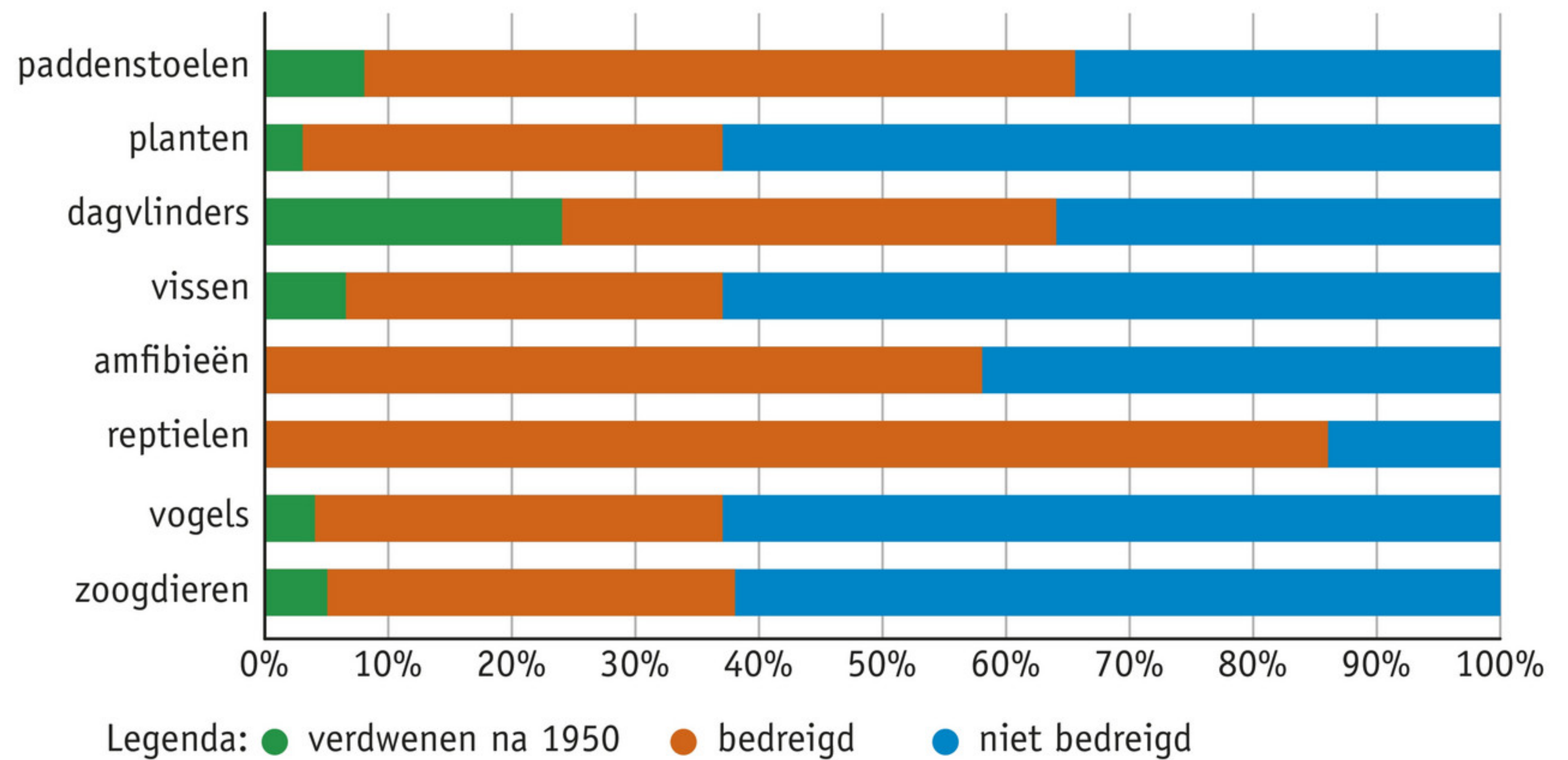
▼ **Afb. 9** Enkele bedreigde diersoorten in de wereld.



Legenda:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1 = walrus | 11 = witte neushoorn |
| 2 = ijsbeer | 12 = jachtluipaard |
| 3 = Amerikaanse kraanvogel | 13 = berggorilla |
| 4 = zeeotter | 14 = Afrikaanse olifant |
| 5 = Californische condor | 15 = przewalskipaard |
| 6 = reuzenschildpad | 16 = reuzenpanda |
| 7 = zeekoe | 17 = orang-oetan |
| 8 = chinchilla | 18 = koala |
| 9 = wisent | 19 = buidelwolf |
| 10 = Spaanse lynx | 20 = blauwe vinvis |

► **Afb. 10** Bedreigde soorten in Nederland.



Wereldwijd neemt het aantal verschillende ecosystemen af. Het gevolg is dat de variatie in de natuur afneemt, waardoor het milieu steeds eentoniger wordt. In thema 6 heb je geleerd dat je de variatie aan soorten in de natuur de **biodiversiteit** noemt. Door de invloed van de mens neemt de biodiversiteit af.

Door beschermingsmaatregelen wordt geprobeerd de bedreigde soorten weer in aantal te laten toenemen. Met het aantal ooievaars ging het bijvoorbeeld erg slecht. In 1969 begon daarom een project om het aantal broedende ooievaars te vergroten (zie afbeelding 11). Ook zijn er projecten geweest voor de herintroductie van bevers en otters in Nederland (zie afbeeldingen 12 en 13). **Herintroductie** is het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.

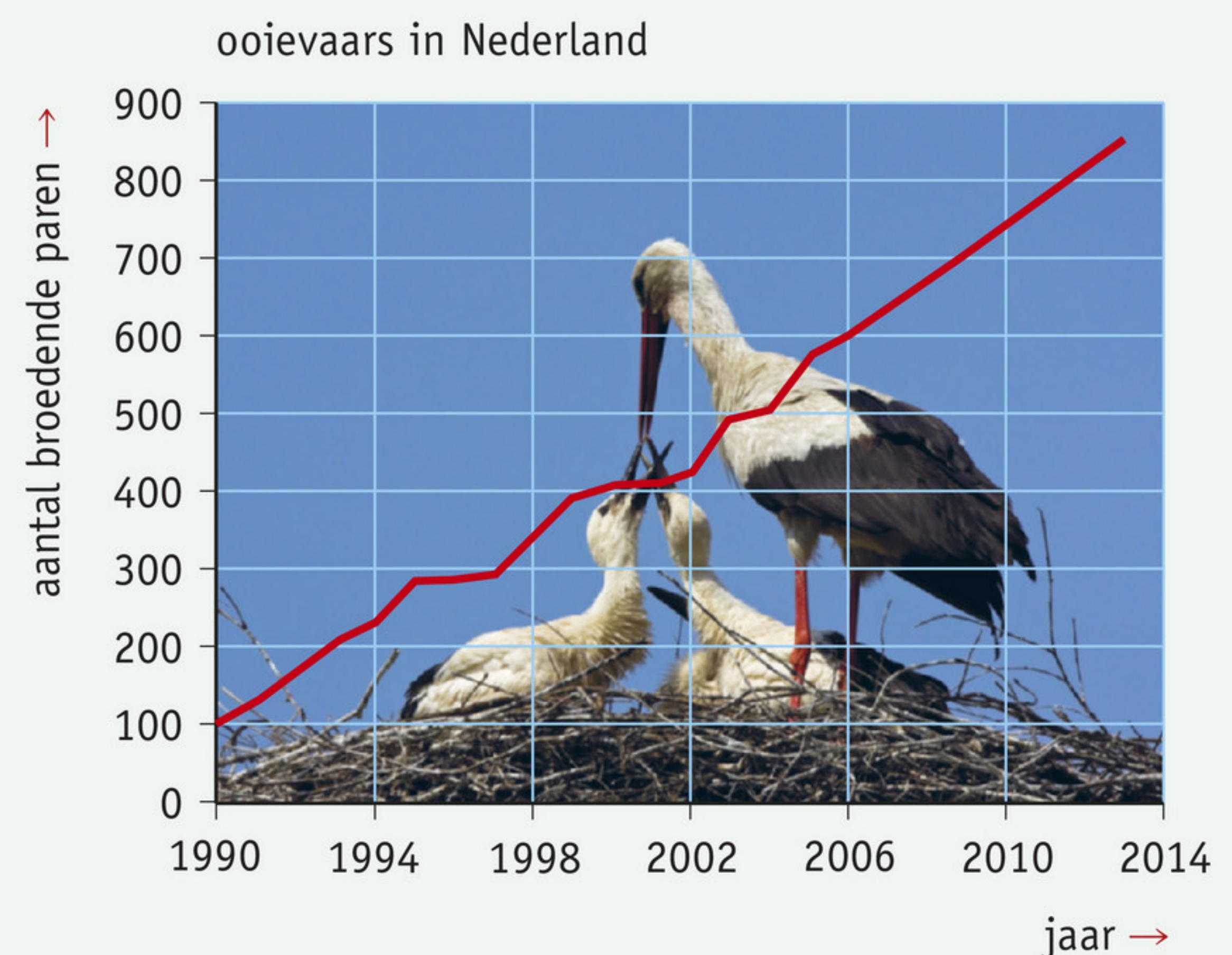
WB OPDRACHT 2 T/M 5 BLZ. 80

▼ **Afb. 11**

Ooievaar was bijna verdwenen

Bij de eerste telling in ons land – dat was in 1910 – waren er zo'n vijfhonderd bewoonde ooievaarsnesten. Toen al was sprake van een afname. In de jaren veertig van de vorige eeuw lag het aantal op driehonderd tot driehonderdvijftig broedparen. In de jaren zestig van de vorige eeuw was de ooievaar als broedvogel bijna uit Nederland verdwenen: in 1960 waren er nog 48 nestparen en in 1970 veertien (niet al deze paren waren ook broedparen).

Om het tij te keren werd in 1969 een herintroductieprogramma voor de ooievaar gestart. In 2004 was het aantal broedparen weer op het niveau van 1910. Sinds 2004 staat de ooievaar niet meer op de lijst van bedreigde vogelsoorten. In 2013 waren er achthonderdvijftig broedparen. Toch is de ooievaar nog niet helemaal zelfstandig: veel broedparen brengen hun jongen groot met menselijke hulp.

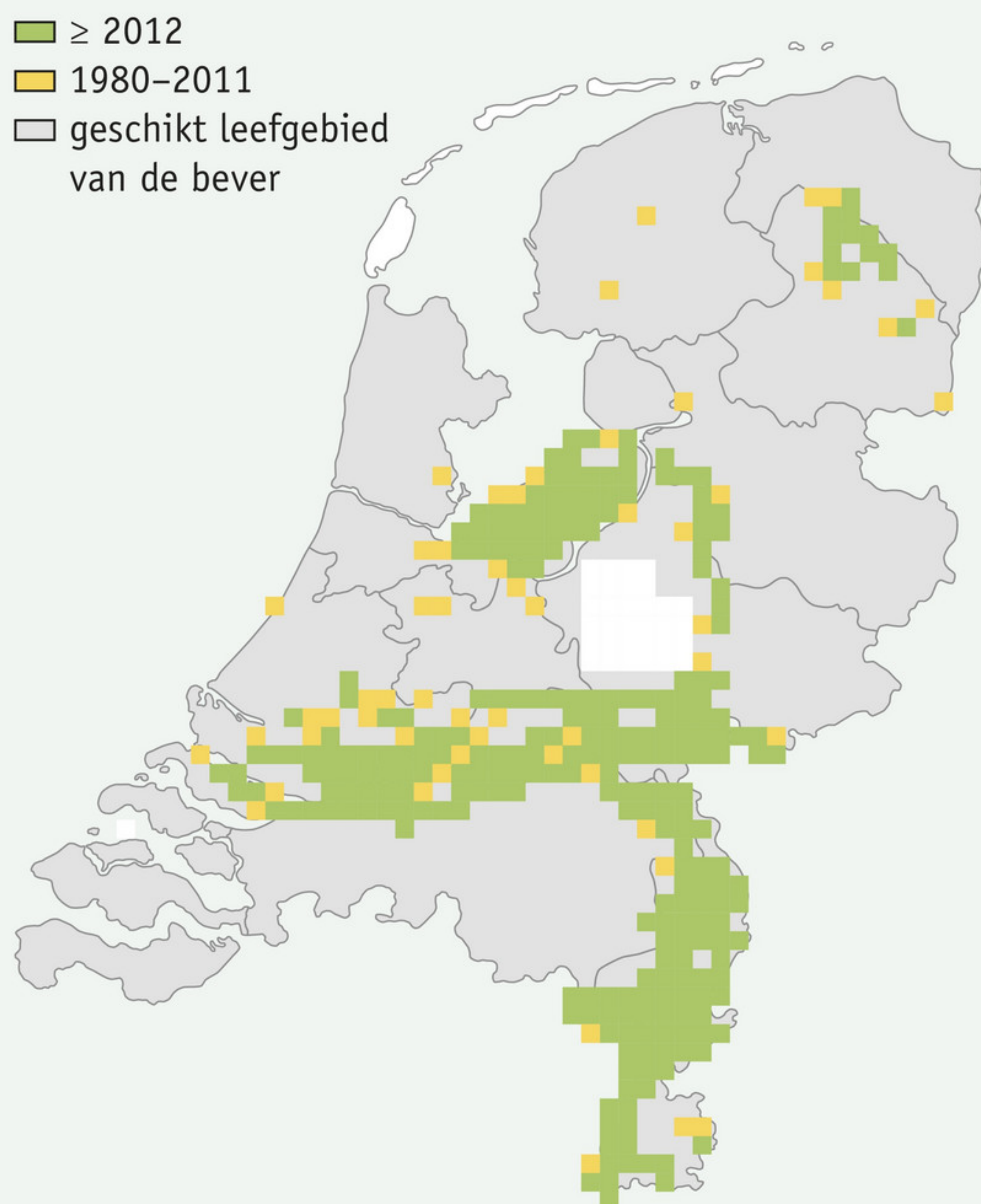


▼ Afb. 12

Herintroductie bever erg succesvol

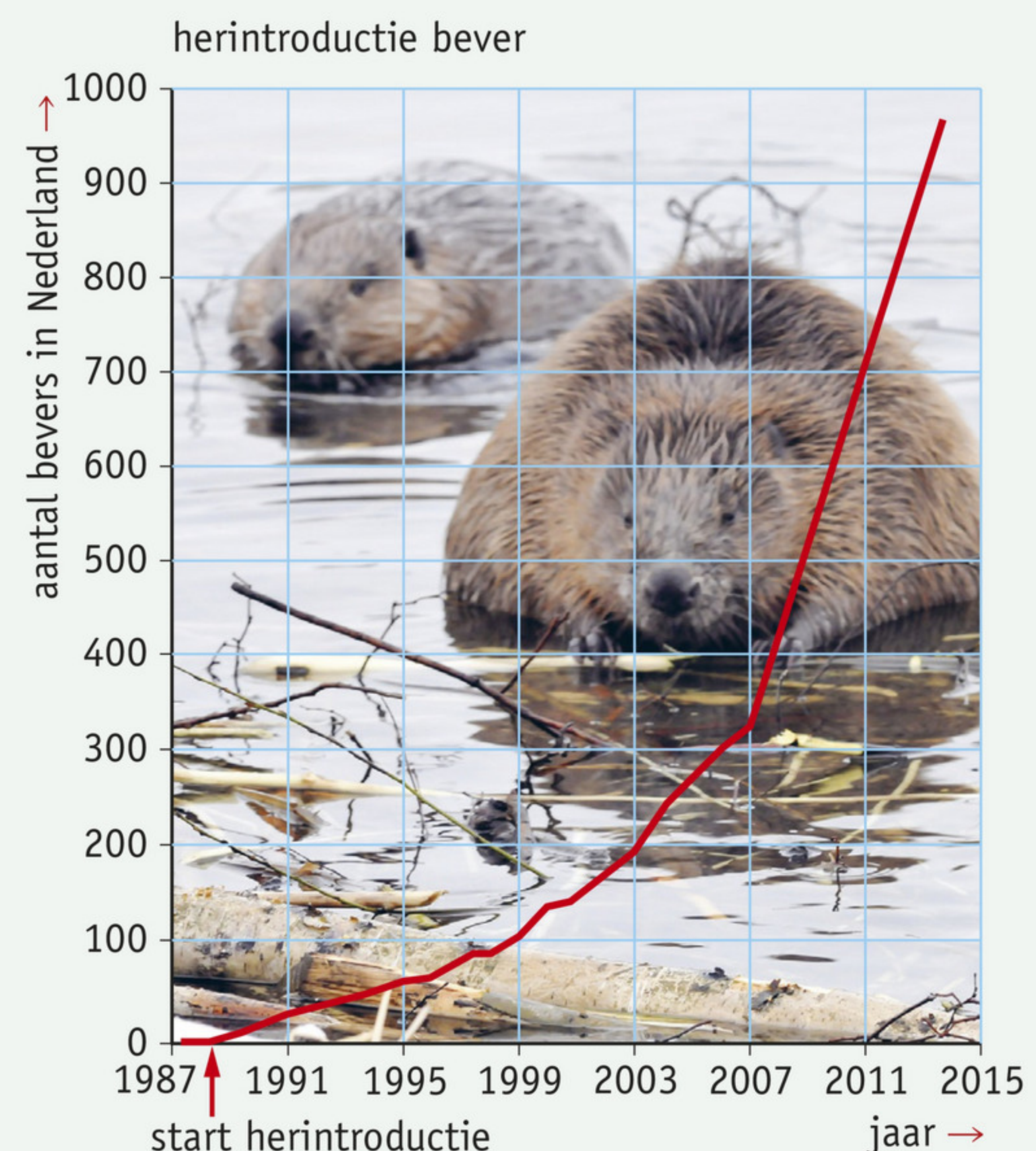
Bevers kwamen tot aan het begin van de negentiende eeuw algemeen in Europa voor, ook in ons land. Zij werden sterk bejaagd voor hun pels en vlees. In 1826 werd langs de IJssel de laatste bever in ons land gedood. Omstreeks 1900 was de bever bijna helemaal uit Europa verdwenen. Door beschermende maatregelen

verspreiding van de bever (*Castor fiber*) in 2013



en verplaatsingen is de bever in veel landen weer teruggekeerd.

Tussen 1988 en 2005 zijn in totaal 144 bevers in ons land uitgezet. Tegenwoordig wordt het aantal bevers in Nederland geschat op zo'n negenhonderd tot duizend. De verwachting is dat de bever zich blijft verspreiden en dat ook de aantallen de komende jaren blijven groeien.



▼ Afb. 13

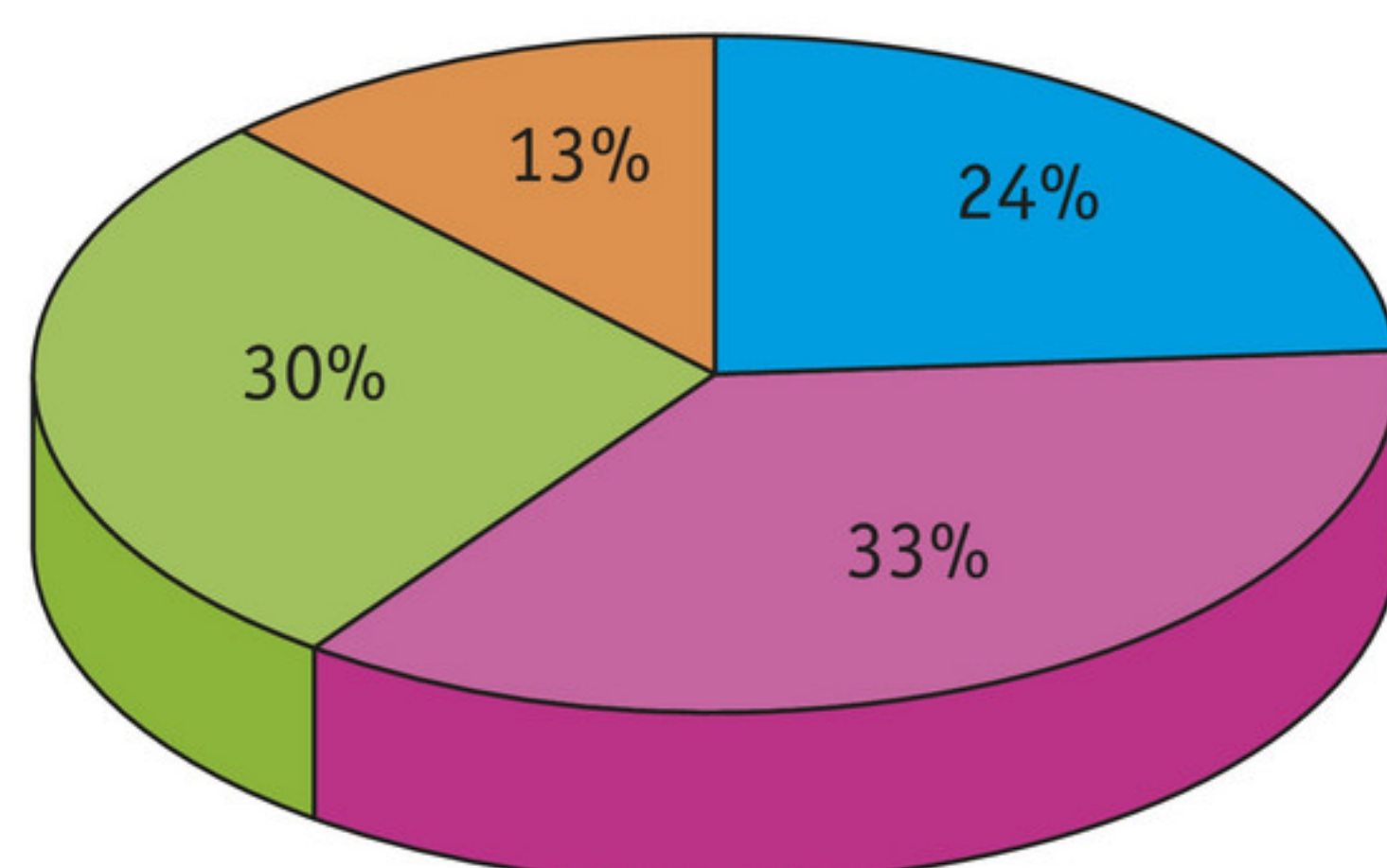
Herintroductie van de otter in Nederland

De otter was in 1988 uitgestorven verklaard in Nederland. Tussen 2002 en 2008 zijn in totaal 31 otters geherintroduceerd in en rond het natuurgebied Weerribben-Wieden. Inmiddels leven er vijftig tot zestig otters in Nederland. Veel van deze otters zijn familie van elkaar. Om de otterpopulatie niet te laten verzwakken zijn er in 2013 twee vrouwelijke otters uitgezet die niet-verwant (geen directe familie) zijn aan de eerder in Nederland uitgezette otters.



2 Energie

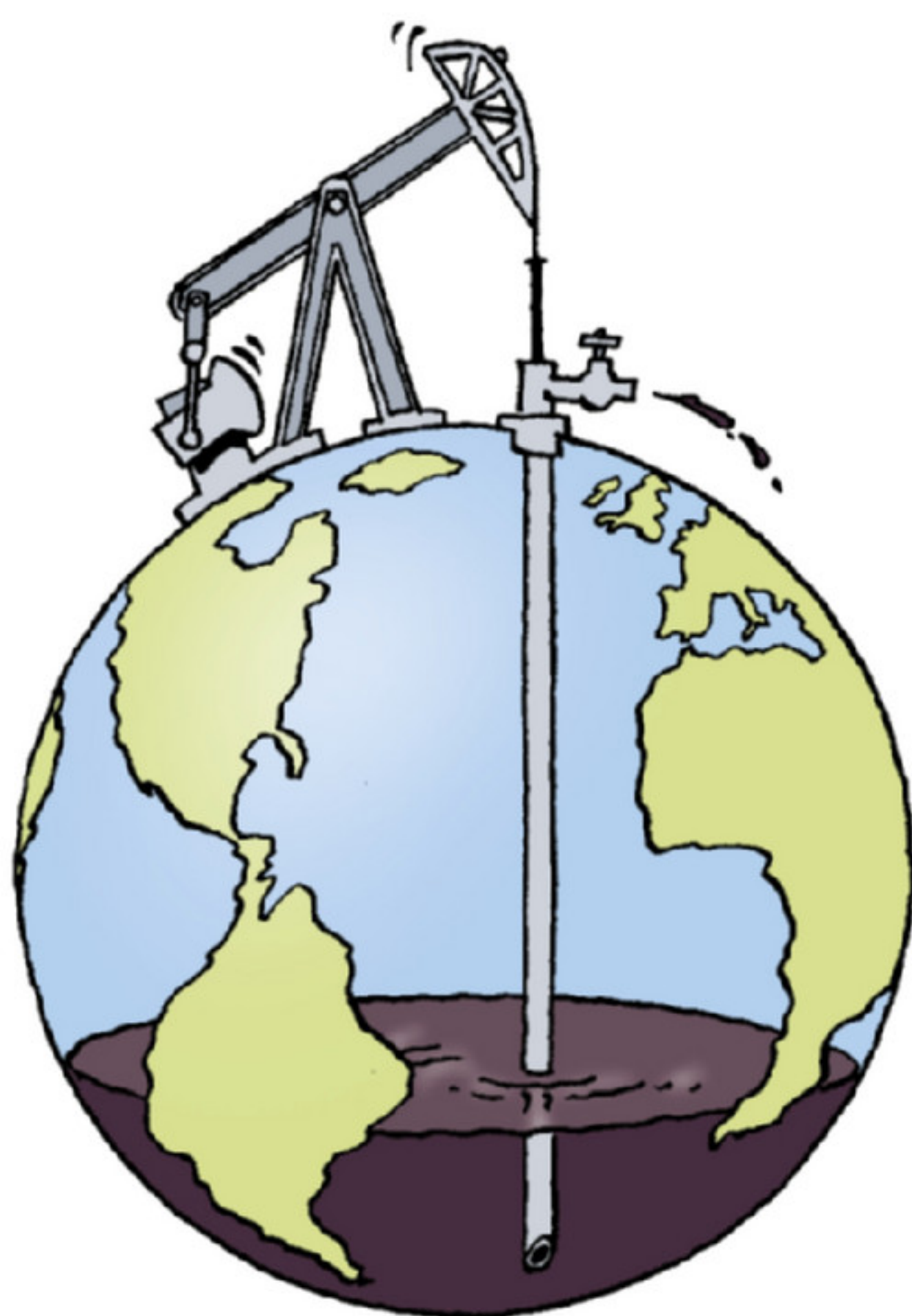
▼ **Afb. 14** De belangrijkste energiebronnen in de wereld.



Legenda:

- aardgas
- aardolie
- steenkool
- anders

▼ **Afb. 15**



Door de veranderde manier van leven is de vraag naar energie in de afgelopen tweehonderd jaar sterk toegenomen. Aardgas, aardolie en steenkool zijn onze belangrijkste energiebronnen (zie afbeelding 14).

FOSSIELE BRANDSTOFFEN

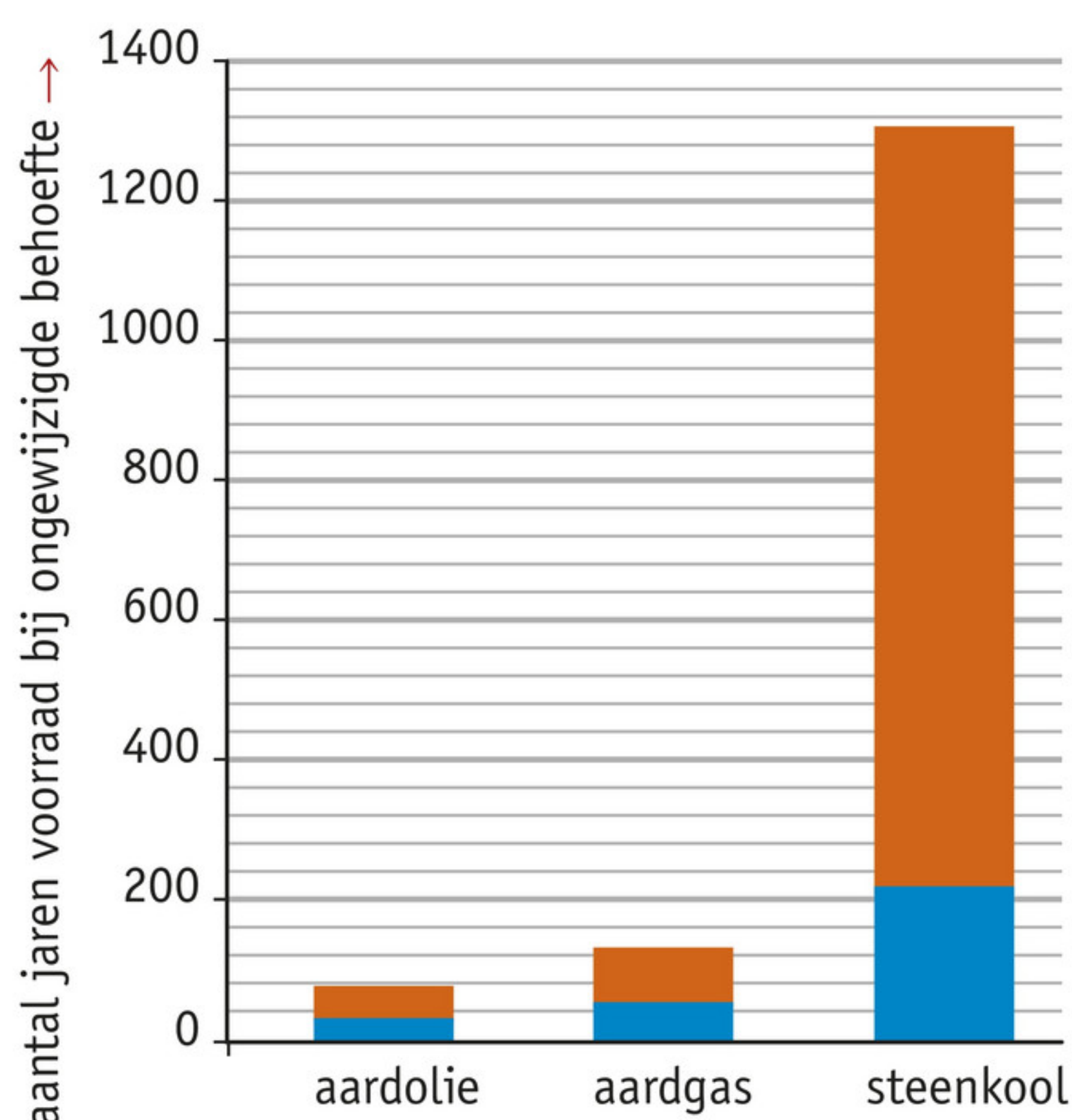
Aardgas, aardolie en steenkool zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren. We noemen ze daarom **fossiele brandstoffen**.

Je hebt geleerd dat planten bij de fotosynthese de energie uit zonlicht gebruiken om glucose te maken. Hierbij nemen planten koolstofdioxide uit de lucht op. Uit glucose maken de planten allerlei andere stoffen, onder andere de stoffen waaruit ze bestaan. De energie in dode plantenresten, en dus ook die in fossiele brandstoffen, is uiteindelijk afkomstig van de zon. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt deze energie vrij. We kunnen de energie gebruiken om voertuigen te laten rijden, onze huizen te verwarmen of elektriciteit te produceren. Hierbij ontstaat ook weer koolstofdioxide. Fossiele brandstoffen zijn vrij goedkoop te winnen en gemakkelijk te verbruiken en te vervoeren.

Aan het verbruik van fossiele brandstoffen kleven grote nadelen. De koolstofdioxide die bij de verbranding ontstaat, is een van de oorzaken van de **opwarming van de aarde**. Een ander nadeel is dat bij de verbranding van vooral steenkool en aardolie afvalstoffen ontstaan die **luchtverontreiniging** veroorzaken. In basisstof 3 en 4 leer je hier meer over.

Doordat we veel fossiele brandstof verbruiken, raakt de voorraad fossiele brandstoffen uitgeput. De verwachting is dat de voorraden aardolie, aardgas en steenkool over niet al te lange tijd op zullen zijn (zie afbeelding 15 en 16).

▼ **Afb. 16** Hoelang gaan de voorraden fossiele brandstoffen in de aarde nog mee?



Legenda: ● direct winbare reserves

● extra voorraden die moeilijk zijn te winnen

▼ **Afb. 17** De kernramp bij Fukushima.

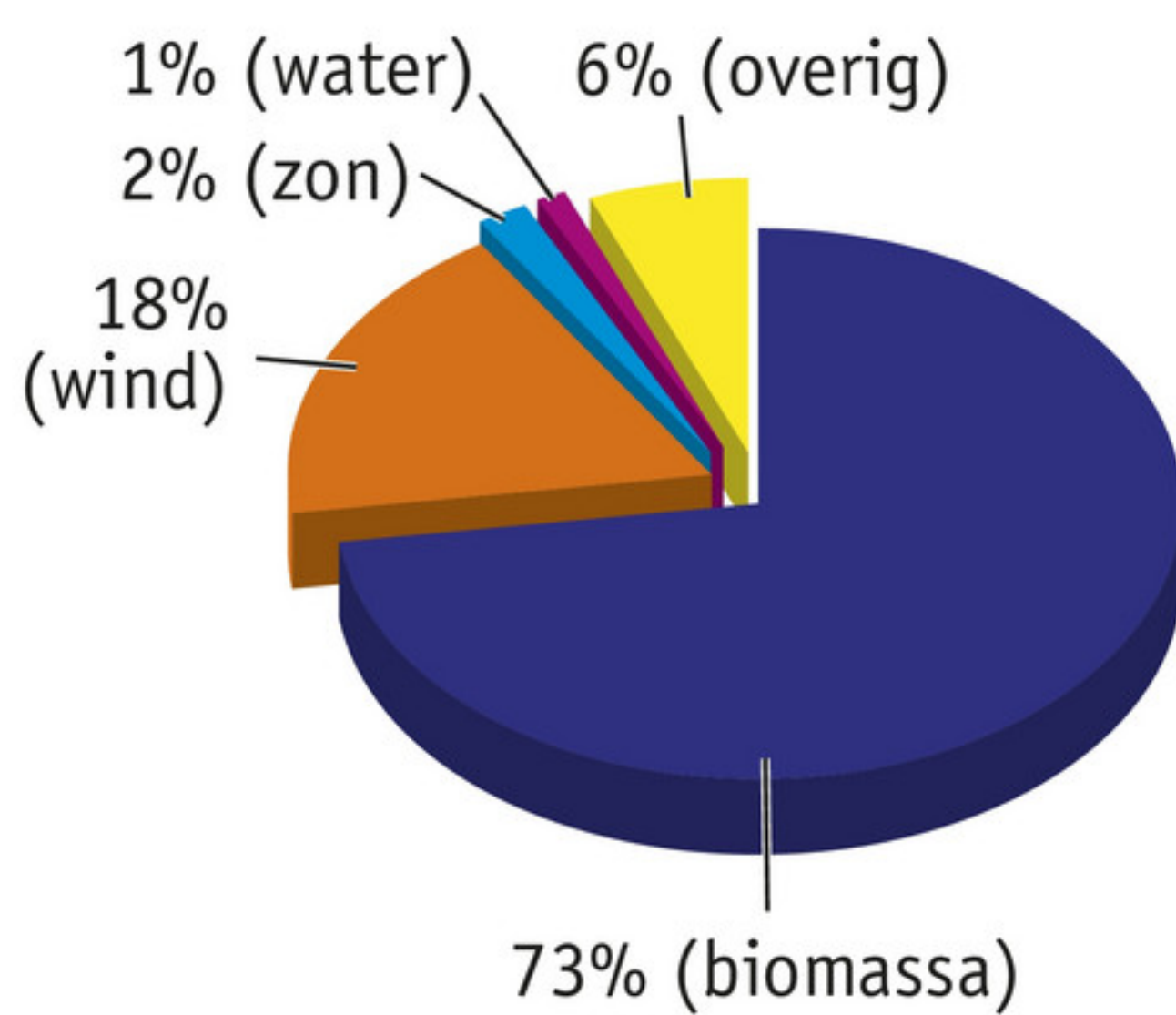
KERNENERGIE

De 'brandstof' voor kernenergie is uranium. In een kerncentrale worden atoomkernen van het uranium gesplitst. Hierbij komt erg veel energie vrij in de vorm van warmte. Met deze warmte wordt in een kernenergiecentrale elektriciteit opgewekt. Het voordeel van kernenergie is dat er geen luchtverontreiniging ontstaat en dat er geen koolstofdioxide vrijkomt. Een groot nadeel van kernenergie is radioactief afval. De straling van radioactief afval kan voor de mens en in de natuur schadelijk en dodelijk zijn. Vroeger werd alles opgeslagen, maar tegenwoordig wordt 95% hergebruikt. De overige 5% wordt verglaasd (dat wil zeggen dat het vermengd wordt met glas) en opgeslagen. Het blijft dan voor ongeveer tienduizend jaar gevaarlijk. In Nederland wordt niet veel radioactief afval geproduceerd: per gezin minder dan 0,5 gram. Voor heel Nederland is dit niet meer dan een grote koelkast. Ongelukken in kerncentrales kunnen rampzalige gevolgen hebben. Een voorbeeld is de kernramp in het Japanse Fukushima in 2011 waarbij veel radioactieve straling vrijkwam (zie afbeelding 17). Waar de kernreactor stond, kan voor lange tijd niemand wonen vanwege de radioactieve straling.

WB OPDRACHT 6 EN 7 BLZ. 84

DUURZAME ENERGIE

Om de voorraad fossiele brandstoffen niet verder uit te putten, wordt steeds meer gebruikgemaakt van duurzame energie. **Duurzame energie** is energie die geen milieuvervuiling veroorzaakt en waarbij de energiebron niet opdraait. Voorbeelden van duurzame energie zijn energie uit biobrandstoffen (biomassa), windenergie, zonne-energie en waterkracht.

▼ **Afb. 18** Bronnen van duurzame energie in Nederland (2014).

Het grootste deel van de duurzame energie die in Nederland wordt opgewekt, komt uit biomassa (zie afbeelding 18). **Biomassa** bestaat uit energierijke stoffen van organisch materiaal, zoals hout, groente- fruit- en tuinafval, mest en plantaardige olie. Biomassa kan als brandstof worden verbruikt. Bij de verbranding hiervan ontstaat weliswaar koolstofdioxide, maar die is door planten tijdens hun groei ook uit de lucht opgenomen. Daardoor stijgt de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht niet.

Sommige planten worden speciaal gekweekt om **biobrandstoffen** te maken. In Brazilië bijvoorbeeld wordt suikerriet verbouwd om daarmee alcohol te maken. De motoren van auto's kunnen geschikt worden gemaakt om op alcohol te rijden. Ook kan olie worden gewonnen uit bijvoorbeeld zonnebloemen, koolzaad en oliepalm. Uit deze olie kan **biodiesel** worden gemaakt waar auto's op kunnen rijden.

Deze eerstegeneratiebiobrandstoffen zijn gemaakt uit voedsel. Om gewassen voor biobrandstof te verbouwen, is veel landbouwgrond nodig. Er blijft dan minder grond over om voedsel te verbouwen. Veel mensen vinden daarom dat het verbouwen van planten voor biobrandstof niet duurzaam is. Door dit nadeel werden de tweedegeneratiebiobrandstoffen ontwikkeld. Deze worden gemaakt uit afvalhout en landbouwafval, zoals stro (stengels) en kaf (harde beschermvellen van graankorrels), maar ook uit gebruikt frituurvet.

▼ Afb. 19

Tegenwoordig worden ook algen gekweekt, speciaal voor de productie van biobrandstoffen. Voor het kweken van algen is minder grond nodig dan voor het verbouwen van planten (zie afbeelding 19).

Biodiesel uit algen

Algen worden gezien als de nieuwe bron van biodiesel. Algen kunnen op kleine oppervlakken groeien. Een Nederlands bedrijf kweekt grote hoeveelheden algen in een soort vijvers. Door het toevoegen van extra koolstofdioxide wordt de groei gestimuleerd. Na de oogst worden de algen geperst, waardoor er plantenolie uit komt. Deze olie is te gebruiken in een bio-energiecentrale of kan worden omgezet in biodiesel.



▼ Afb. 20 Horizonvervuiling door windmolens.



Windmolens zetten windenergie om in elektrische energie. De opgewekte elektriciteit gaat naar het elektriciteitsnet, waardoor elektriciteitscentrales minder fossiele brandstoffen hoeven te verbranden. Het gebruik van energie uit wind is niet nieuw; ook vroeger gebruikten molens en zeilboten al windenergie als energiebron.

Windmolens hebben ook nadelen. Veel mensen vinden windmolens in de natuur geen mooi gezicht. Dit wordt **horizonvervuiling** genoemd (zie afbeelding 20). Daarom ontwikkelt men tegenwoordig windmolenparken in de Noordzee.

Zonne-energie is oneindig beschikbaar. De energie van de zon kan direct worden gebruikt. Zonne-energie wordt bijvoorbeeld gebruikt voor zonneboilers en zonnepanelen. Bij **zonneboilers** verwarmt de zon water, waarmee je kunt douchen of de was doen. In **zonnepanelen** wordt door zonlicht elektriciteit opgewekt (zie afbeelding 21). Zonnepanelen worden steeds goedkoper en efficiënter, waardoor het in de toekomst ook mogelijk zal zijn om voldoende energie op te wekken op bewolkte dagen.

► Afb. 21 Zonne-energie.



1 een zonneboiler



2 zonnepanelen

Ook vroeger werd al **waterkracht** gebruikt, bijvoorbeeld om hout te zagen en graan te malen (zie afbeelding 22). Tegenwoordig worden in rivieren grote stuwdammen gebouwd, waarmee elektriciteit wordt opgewekt. Door de aanleg van een stuwdam ontstaat een stuwmeer, waardoor het milieu een grote verandering ondergaat (zie afbeelding 23). Nederland is te vlak om grote stuwdammen te bouwen. Wel zijn er kleine stuwdammen gebouwd in de Maas en de Rijn, maar deze leveren weinig energie.

WB OPDRACHT 8 T/M 12 BLZ. 84

► **Afb. 22** Een watermolen.



▼ **Afb. 23**

Milieuverandering door reusachtige stuwdam

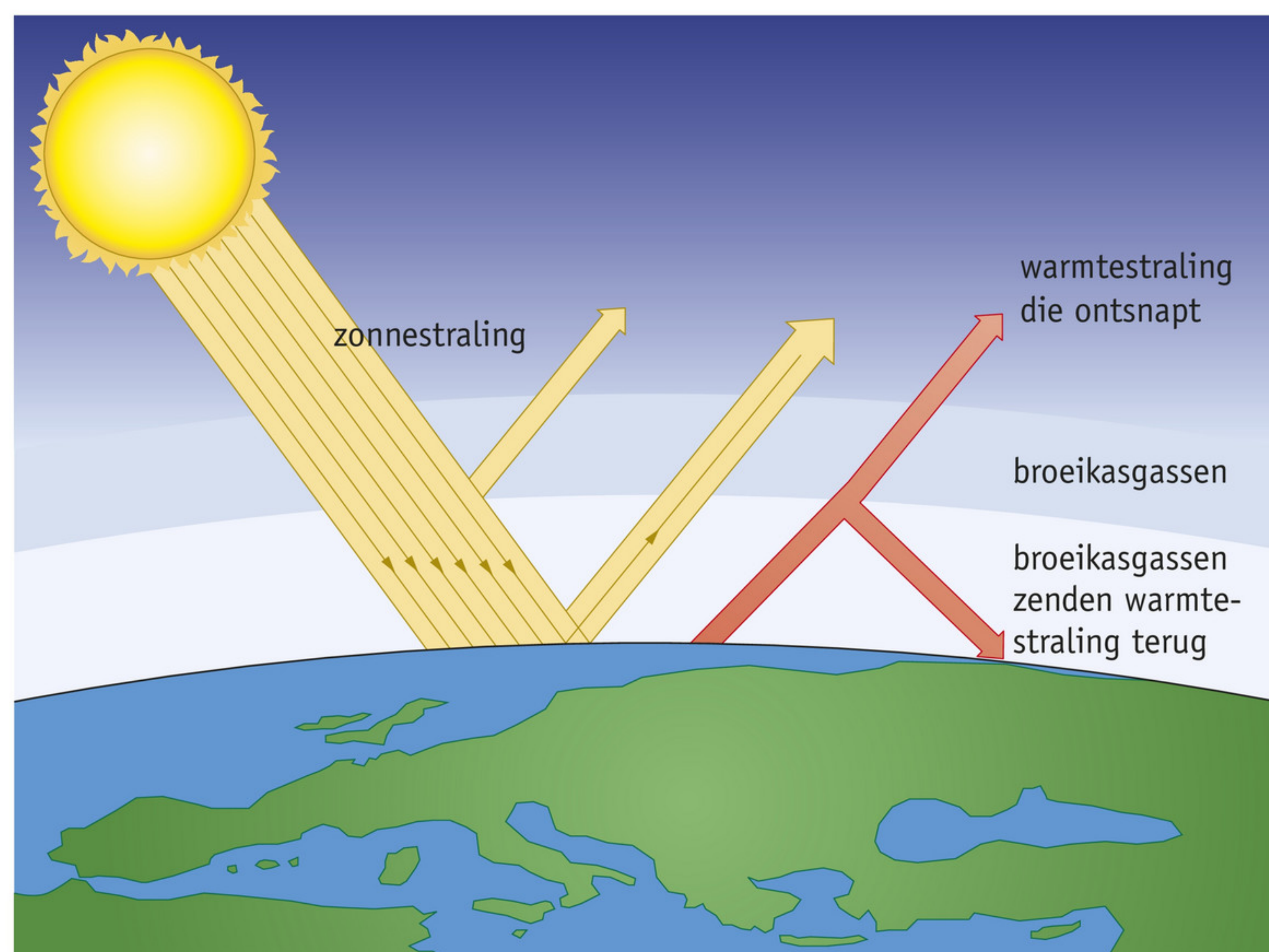
De Drieklovendam in de rivier de Jangtsekiang in China is de grootste stuwdam ter wereld. De centrale levert bijna evenveel elektriciteit als in heel Nederland in een jaar wordt verbruikt. De dam heeft ook nadelige gevolgen. Bij de aanleg van de stuwdam is een groot gebied onder water komen te staan, waardoor meer dan een miljoen mensen moesten verhuizen. Bijzondere en bedreigde diersoorten, zoals de Jangtse-dolfijn, dreigen uit te sterven doordat de dam de doorgang belemmert.



3 Het broeikaseffect

Het klimaat op aarde wordt voor een groot deel bepaald door de **dampkring**. De dampkring (of **atmosfeer**) is de luchtlaag rondom de aarde. De dampkring is een mengsel van verschillende gassen. De gassen in de dampkring laten een deel van de zonnestraling door naar de aarde, de rest wordt weerkaatst. Op de aarde wordt een deel van de zonnestraling omgezet in warmte. De aarde straalt deze warmte ook weer uit. Door bepaalde gassen in de dampkring wordt de **warmte-uitstraling** voor een deel tegengehouden (zie afbeelding 24). Hierdoor wordt het warmer op aarde. De werking van de gassen die de warmte-uitstraling tegenhouden, is te vergelijken met een broeikas (een plantenkas). Ook een broeikas houdt de warmte die binnenkomt vast. De werking van de gassen die de warmte-uitstraling tegenhouden, wordt daarom het **broeikaseffect** genoemd. De gassen in de dampkring die het broeikaseffect veroorzaken, worden **broeikasgassen** genoemd. **Waterdamp** en **koolstofdioxide** zijn de belangrijkste broeikasgassen. Door het broeikaseffect is de gemiddelde temperatuur op aarde 15 °C. Zonder broeikasgassen zou de gemiddelde temperatuur op aarde -18 °C zijn en zou er waarschijnlijk geen leven op aarde zijn ontstaan.

► **Afb. 24** Het natuurlijke broeikaseffect.



HET VERSTERKTE BROEIKASEFFECT

In de afgelopen honderd jaar is de gemiddelde temperatuur op aarde ongeveer 0,8 °C gestegen. In Nederland is de gemiddelde temperatuur nog meer gestegen. Volgens de meeste onderzoekers wordt de temperatuurstijging veroorzaakt doordat de mens steeds meer broeikasgassen aan de dampkring afgeeft. De dampkring houdt daardoor meer warmte-uitstraling tegen, waardoor de temperatuur op aarde stijgt.

In de afgelopen honderd jaar is de mens steeds meer fossiele brandstoffen gaan verbruiken. Bij de verbranding daarvan ontstaat koolstofdioxide. Vooral de toename van koolstofdioxide in de lucht versterkt het broeikaseffect, maar er zijn ook andere factoren die een rol spelen (zie afbeelding 25).

WB OPDRACHT 13 T/M 15 BLZ. 88

▼ Afb. 25

Scheten veroorzaken versterkt broeikaseffect

De scheten van schapen en koeien dragen bij aan het versterkte broeikaseffect. Bij deze scheten komt veel methaan vrij, dat samen met koolstofdioxide bijdraagt aan de versterking van het broeikaseffect. Het gas wordt geproduceerd in de maag van herkauwers als koeien en schapen. Een gemiddelde koe produceert per jaar negentig kilogram methaan, vergelijkbaar met de bijdrage aan het broeikaseffect van honderdtwintig liter benzine.

Er wordt onderzoek gedaan naar mogelijkheden om de productie van methaan te verminderen. Proeven met genetisch gemodificeerde schapen hebben al aangetoond dat deze veel minder methaan uitstoten. Ook aanpassingen aan het grasland kunnen leiden tot een vermindering van de methaanproductie.



KLIMAATVERANDERING

Over de gevolgen van het versterkte broeikaseffect is nog niet alles bekend. Wel is duidelijk dat er een klimaatverandering kan optreden. We spreken van een **klimaatverandering** als het weertype gedurende een periode van meerdere jaren verandert. Zo'n verandering is bijvoorbeeld de stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde.

Doordat het warmer wordt, worden ook de zeeën en oceanen warmer. Water dat opwarmt, zet uit en neemt meer ruimte in, waardoor de **zeespiegel** stijgt. Door stijging van de zeespiegel kunnen laaggelegen gebieden overstromen. De zeespiegel zal ook stijgen doordat het ijs op de Zuidpool en van gletsjers smelt (zie afbeelding 26). Het smeltende ijs komt in zee terecht. Ook het ijs van de Noordpool smelt, maar dat heeft weinig gevolgen voor de zeespiegel.

► Afb. 26 Een gletsjer.

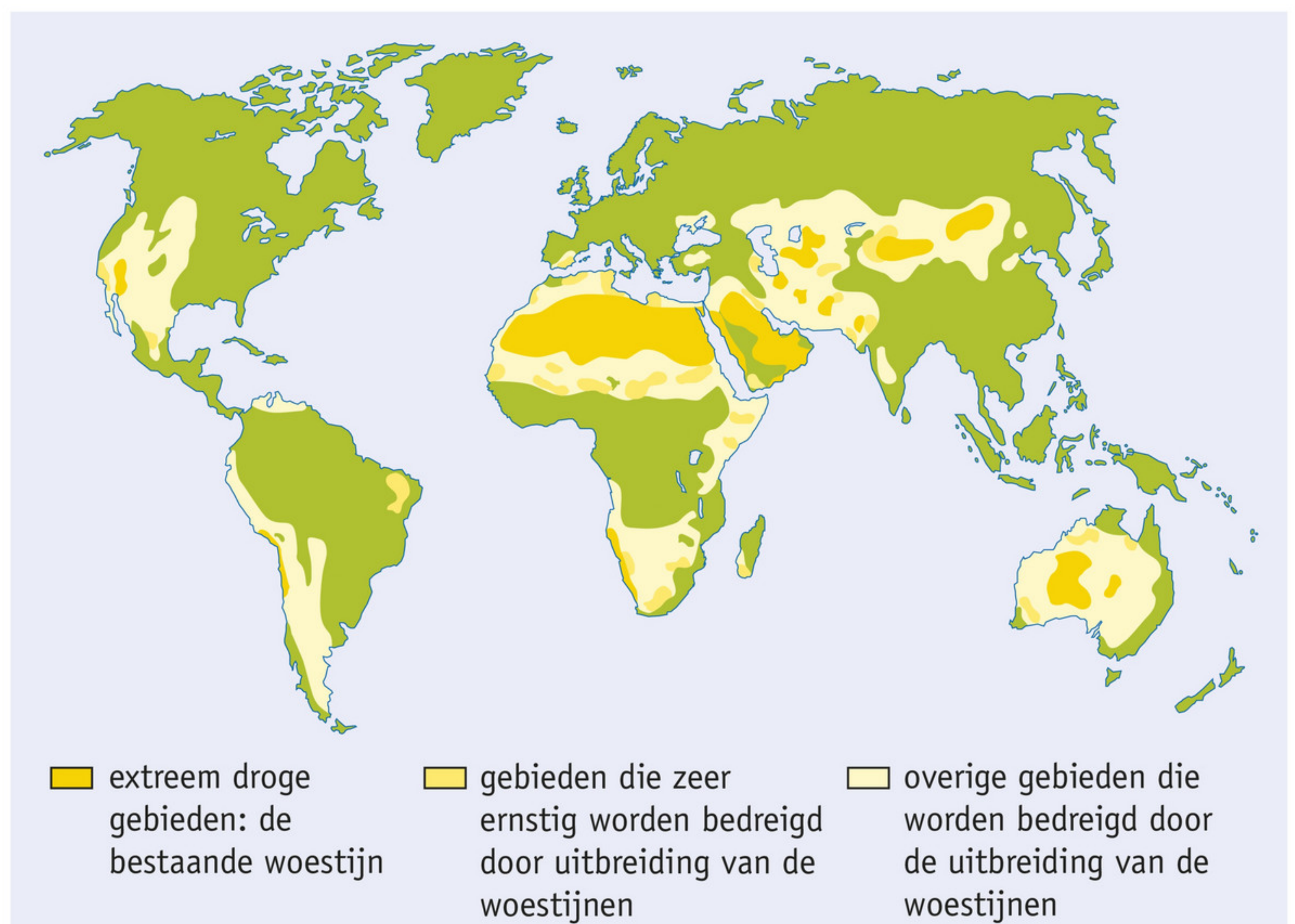


Hogere temperatuur leiden in bepaalde gebieden tot droogte, waardoor woestijnen groter worden (zie afbeelding 27).

Volgens sommige onderzoekers zal de voedselvoorziening in gevaar komen, doordat de landbouw in grote gebieden onmogelijk wordt. Volgens andere onderzoekers zal het versterkte broeikaseffect juist gunstig zijn voor de landbouw. Door een hogere temperatuur groeien voedingsgewassen beter. De gewassen leveren daardoor meer voedsel op. Bovendien zouden delen van de aarde die nu te koud zijn door de hogere temperatuur wel geschikt kunnen worden voor de landbouw.

WB OPDRACHT 16 EN 17 BLZ. 89

► **Afb. 27**



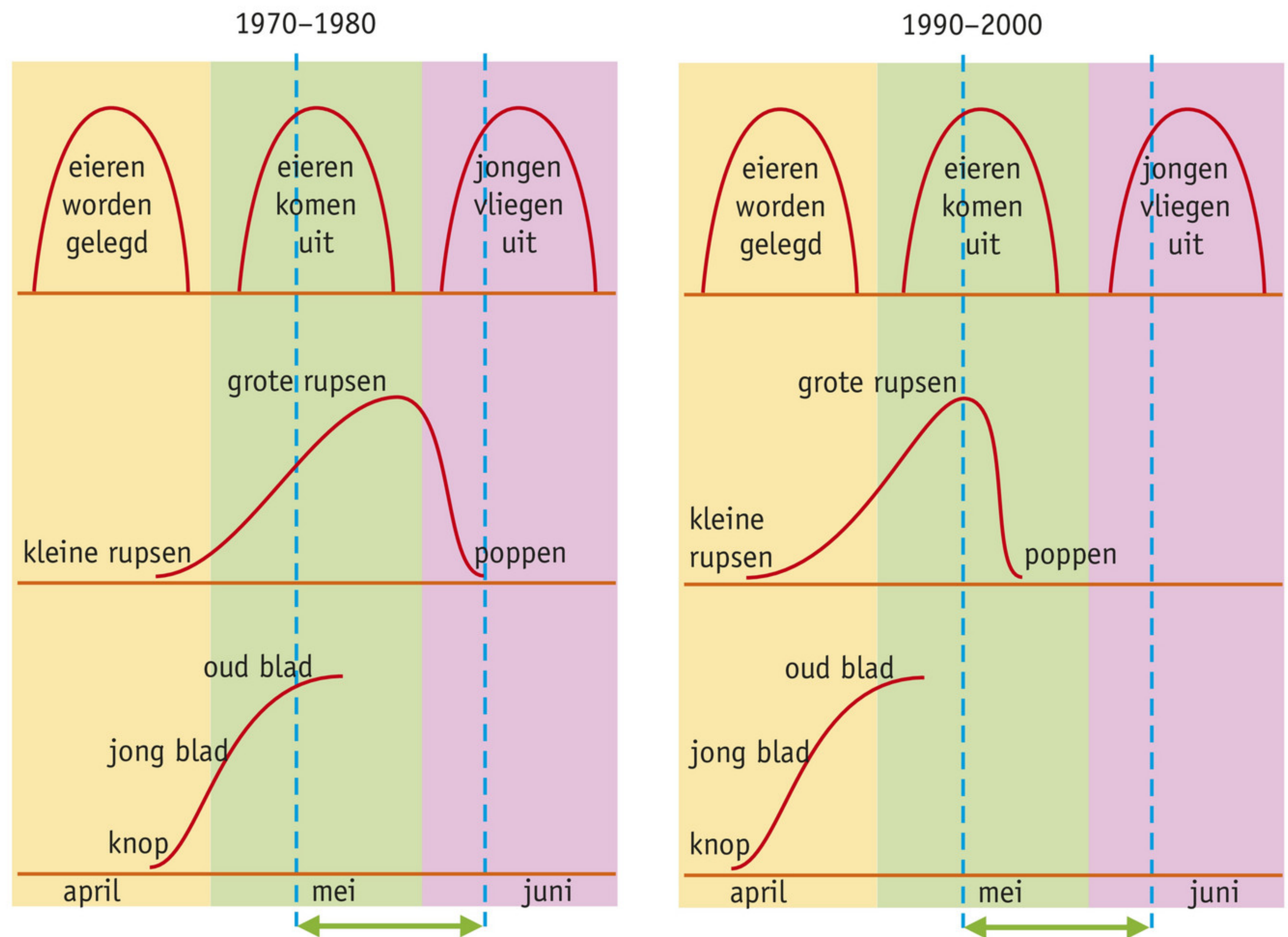
▼ **Afb. 28** Verwacht wordt dat het korhoen door de klimaatverandering uit Nederland zal verdwijnen.



VERANDERINGEN IN DE NATUUR

De gevolgen van de klimaatverandering zijn in de natuur al goed merkbaar. In Nederland komen nu planten- en diersoorten voor die vroeger alleen in zuidelijker gebieden zoals België en Frankrijk voorkwamen. Er zijn ook soorten die minder voorkomen of zelfs zijn verdwenen (zie afbeelding 28). Doordat het 's winters zachter en in het voorjaar warmer is geworden, is het jaarritme van veel soorten veranderd. Bomen krijgen vroeger in het jaar bladeren en veel planten bloeien eerder. Voor sommige voedselketens heeft dit ernstige gevolgen. Koolmezen voeren hun jongen graag rupsen van de wintervlinder. Deze rupsen eten eikenbladeren. Doordat de eiken eerder in blad komen, verschijnen de rupsen van de wintervlinder ook eerder in het jaar. Het jaarritme van koolmezen is echter niet veranderd. In de periode dat de eieren van een koolmees zijn uitgekomen en de jongen moeten worden gevoerd, zijn er niet meer voldoende rupsen beschikbaar (zie afbeelding 29).

▼ **Afb. 29** Klimaatverandering verstoort de voedselketen eik – rups – koolmees.



↔ = periode waarin de vogels hun jongen voeren

GEVOLGEN VOOR DE GEZONDHEID

Door de opwarming van de aarde neemt het aantal warme dagen in Nederland toe. Bij warmer weer neemt het aantal sterfgevallen toe. Door een hittegolf stierven in augustus 2003 naar schatting vijfhonderd mensen meer dan normaal in augustus. Ongeveer tweehonderd van deze extra sterfgevallen werden veroorzaakt door smog tijdens de hittegolf (zie ook basisstof 4). Door de klimaatverandering komen ook sommige ziekten vaker voor. Een voorbeeld is de ziekte van Lyme. Deze ziekte wordt veroorzaakt door een bacterie die door teken wordt overgebracht (zie afbeelding 30). In de periode 2007-2013 is het aantal gevangen teken meer dan verdubbeld. Bij warm en vochtig weer verspreiden teken zich het meest. De ziekte van Lyme is daardoor gevoelig voor klimaatveranderingen.

WB OPDRACHT 18 T/M 20 BLZ. 90

► **Afb. 30** Een teek.



1 een teek steekt zijn kop in de huid en zuigt bloed op

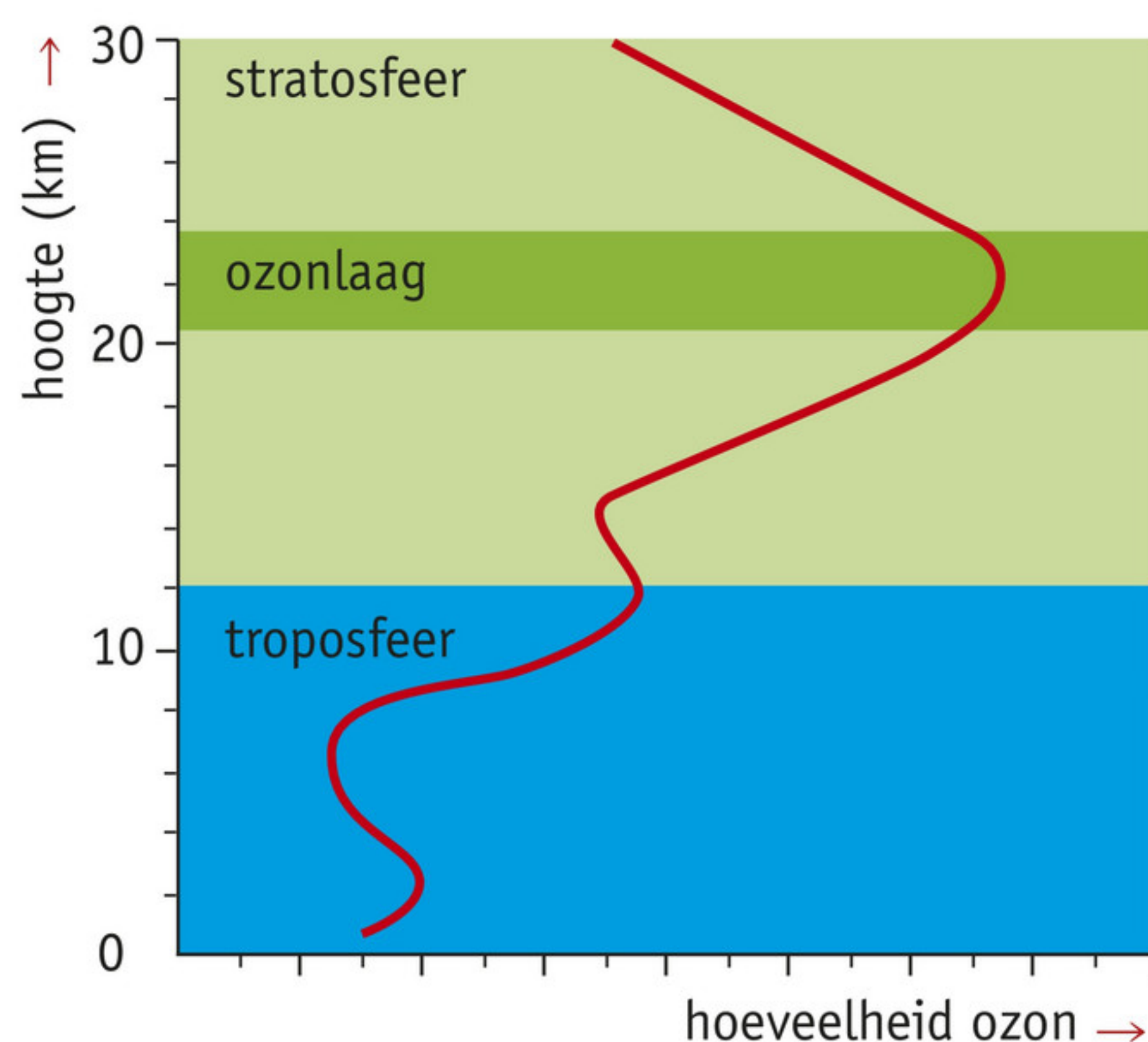


2 na enkele dagen ontstaat er een karakteristieke rode vlek op de plek van de tekenbeet

4 Schone lucht

De dampkring bestaat uit verschillende lagen. De laag tot twaalf kilometer hoogte is de **troposfeer** en de laag tussen twaalf en vijftig kilometer hoogte is de **stratosfeer**. In beide lagen komt **ozon** voor (zie afbeelding 31).

► **Afb. 31** Ozon in de troposfeer en de stratosfeer.



Ozon is een gas dat uit zuurstof kan ontstaan onder invloed van de ultraviolette straling van de zon. Dit gebeurt vooral in een bepaalde laag in de stratosfeer, die de **ozonlaag** wordt genoemd.

De ozonlaag houdt een groot deel van de **ultraviolette straling** van het zonlicht tegen. Op die manier worden de organismen op aarde hiertegen beschermd. Veel ultraviolette straling is namelijk schadelijk voor organismen. Bij mensen kan ultraviolette straling onder andere huidkanker veroorzaken. Door het gebruik van stoffen die de ozonlaag afbreken, zoals cfk's, is de ozonlaag in de periode 1980–2010 dunner geworden. **Cfk** is de afkorting voor chloorfluorkoolwaterstof. Deze stof werd onder andere gebruikt als drijfgas in spuitbussen en als koelmiddel in koel- en vrieskasten (zie afbeelding 32). In de periode dat de ozonlaag dunner werd, nam het aantal gevallen van huidkanker met ongeveer 10% toe. Boven de Zuidpool was de ozonlaag zo dun, dat werd gesproken van **het gat in de ozonlaag**. Doordat het gebruik van ozonlaagafbrekende stoffen wereldwijd sterk is gedaald, is de dikte van de ozonlaag sindsdien gelijk gebleven of zelfs weer iets toegenomen.

► **Afb. 32** Het koelelement van een koelkast.



SMOG

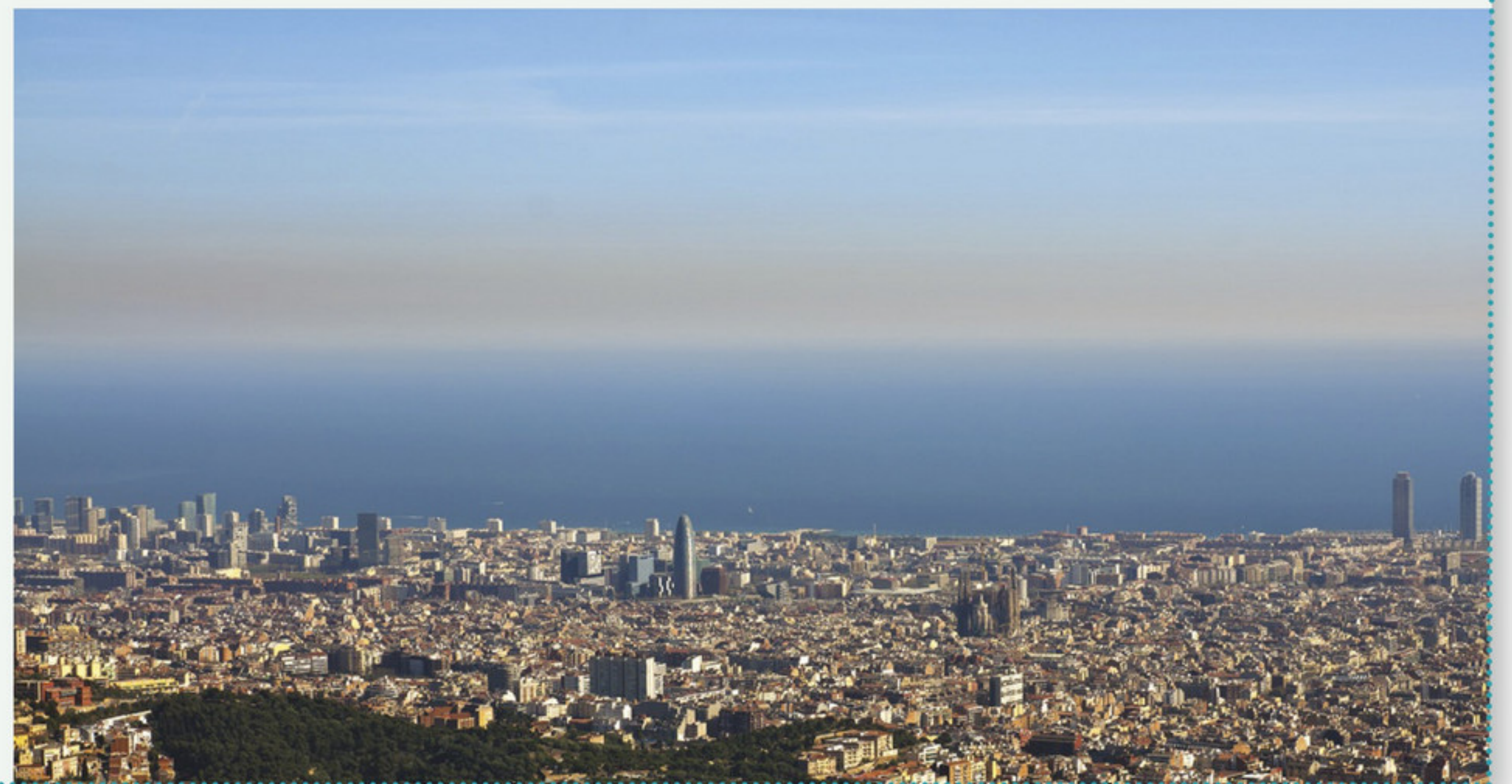
Smog is een soort mist die door rook en uitlaatgassen sterk is vervuild. Het woord smog is een samentrekking van de Engelse woorden voor rook (*smoke*) en mist (*fog*). Bijna alle grote steden kennen perioden met smog. Vooral mensen met longaandoeningen zoals astma en COPD hebben veel last van smog. Dichte smog kan dodelijk zijn (zie afbeelding 33).

Er zijn twee soorten smog, zomersmog en wintersmog. Zomersmog bestaat uit een mist van onder andere ozon, fijnstof en uitlaatgassen. Deze smog is te herkennen aan een bruine kleur. Wintersmog bestaat voornamelijk uit fijnstof en gassen die ontstaan bij de verbranding van steenkool en olie. Wintersmog is grijs van kleur.

▼ Afb. 33

Smog eist duizenden levens in Spaanse steden

De luchtvervuiling in de Spaanse steden wordt steeds erger. In bijna alle grote steden in Spanje is de hoeveelheid luchtvervuiling hoger dan volgens de Spaanse wet is toegestaan. Dit komt vooral door het verkeer. Luchtvervuiling vormt een serieus probleem voor de volksgezondheid. Meer mensen hebben last van allergieën, luchtwegproblemen en hart- en vaatziekten. Alleen al in Barcelona kost de luchtvervuiling ieder jaar aan vijfendertighonderd mensen het leven.



▼ Afb. 34 Uitlaatgassen van auto's veroorzaken fijnstof.

**ZOMERSMOG**

Veel steden hebben in de zomer last van **zomersmog**. Zomersmog ontstaat doordat de verbrandingsproducten van fossiele brandstoffen bij warm weer onder invloed van zonlicht met elkaar reageren. De ozon die daarbij ontstaat, veroorzaakt bij veel mensen irritatie van de slijmvliezen van de luchtwegen. Een deel van de ozon uit zomersmog verzamelt zich in de bovenste laag van de troposfeer en ziet er bruin uit. Daar werkt de ozon als broeikasgas en versterkt zo het broeikaseffect. Vooral op het noordelijk halfrond (het gebied ten noorden van de evenaar) vindt door ozon extra temperatuurstijging plaats.

FIJNSTOF

Fijnstof bestaat uit in de lucht zwevende deeltjes van verschillende oorsprong. Fijnstofdeeltjes zijn in drie groepen ingedeeld: fijnstof met een diameter tussen 10 en 2,5 micrometer, tussen 2,5 en 0,1 micrometer en kleiner dan 0,1 micrometer. Een micrometer is een duizendste millimeter. 55% van het fijnstof heeft een natuurlijke oorsprong (bijvoorbeeld zand en zeezout). De andere 45% komt in de lucht door de activiteit van mensen. De uitstoot die de mens veroorzaakt, is grotendeels afkomstig van het verkeer en de industrie. Het gaat dan onder andere om stofresten van remschijven, rubberdeeltjes van banden en uitlaatgassen (zie afbeelding 34). Ook houtkachels in woningen, barbecues en het massaal afsteken van vuurwerk tijdens de jaarwisseling veroorzaken fijnstof.

Vooraf fijnstof dat door de mens wordt geproduceerd is schadelijk voor de gezondheid en draagt bij aan het ontstaan van hart- en vaatziekten en longziekten zoals bronchitis. Daarnaast verergert het de klachten bij astma. Daarbij geldt dat kleinere deeltjes meer schade aanrichten, doordat deze dieper in de luchtwegen en longen doordringen. In de longen veroorzaken de kleine deeltjes ontstekingen, waardoor de zuurstofopname moeilijker gaat. In Nederland en België sterven jaarlijks enkele duizenden mensen vroegtijdig door blootstelling aan fijnstof.

VERZURING

Bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaan ook gassen die verzuring van het milieu kunnen veroorzaken. Door **verzuring** kunnen planten ziek worden en hun bladeren of naalden verliezen (zie afbeelding 35).

► **Afb. 35** Een door verzuring aangetast bos.



MAATREGELEN OM DE LUCHT SCHOON TE HOUDEN

In de jaren negentig van de vorige eeuw heeft de overheid maatregelen genomen om in het verkeer, de industrie en de veeteelt de uitstoot van vervuilende stoffen te verminderen. In de uitlaat van auto's kwamen bijvoorbeeld katalysatoren die verzurende gassen onschadelijk maakten. In dieselauto's kwamen roetfilters, die de hoeveelheid fijnstof verminderden. Daarnaast zorgden schonere brandstof en snelheidsbeperkingen voor minder luchtvervuiling.

In de industrie werden filters geplaatst in schoorstenen. In de pluimveehouderij wordt fijnstof onder andere uit de lucht gehaald door luchtwassers. Hierbij wordt uitgaande lucht die fijnstof bevat gezuiverd met water. Als gevolg van deze maatregelen is de hoeveelheid fijnstof met 25% afgenomen.

WB OPDRACHT 21 T/M 23 BLZ. 93

5 Afval

▼ **Afb. 36** Afval van mensen.



Door de toename van de bevolking en de veranderde manier van leven is de hoeveelheid afval die we met z'n allen produceren sterk toegenomen.

Bij **afval** denk je misschien aan huisvuil dat je in een afvalbak of in een vuilniszak stopt (zie afbeelding 36). Dat is echter maar een deel van het afval dat we produceren. Niet alleen de mens produceert afval, ook planten en dieren doen dat. Afval van planten bestaat bijvoorbeeld uit afgevallen bladeren of omgevallen bomen (zie afbeelding 37.1). Afval van dieren bestaat bijvoorbeeld uit uitwerpselen van dieren of uit dode dieren (zie afbeelding 37.2).

▼ **Afb. 37**



1 afval van planten



2 ook een gestorven dier is afval

▼ **Afb. 38** Biologisch afbreekbaar afval.



Reducenten breken het afval van planten en dieren af. We noemen dat **biologische afbraak**. Het afval van planten en dieren is dus **biologisch afbreekbaar** (zie afbeelding 38).

De mens maakt producten van delen van planten of dieren. Afval dat afkomstig is van deze producten is ook biologisch afbreekbaar. Voorbeelden van zulk afval zijn broodkorsten en papier.

Al eeuwenlang maken mensen producten van glas, metaal en steen. Afval van deze producten is niet biologisch afbreekbaar. We noemen het **niet-biologisch afbreekbaar afval** (zie afbeelding 39).

Tegenwoordig worden ook veel producten gemaakt van **kunststoffen** zoals plastic, nylon of piepschuim (zie afbeelding 40). Deze kunststoffen zijn bijna nooit biologisch afbreekbaar. Producten van kunststof blijven jarenlang bestaan. Sommige kunststoffen verbrekken na verloop van tijd tot kleinere stukjes. Die kleine stukjes zijn vaak gevaarlijk (zie afbeelding 41).

WB OPDRACHT 24 T/M 26 BLZ. 96

▼ **Afb. 39** Niet-biologisch afbreekbaar afval.



▼ **Afb. 40** Producten van kunststoffen.



▼ **Afb. 41**

Plastic soep

In de Stille Oceaan drijft een enorme vuilnisbelt met afval van plastic. Het gebied is zo groot als Frankrijk, Spanje en Portugal samen. Het plastic in deze vuilnisbelt is vaak niet zichtbaar voor het oog. Dat komt doordat het onder invloed van zonlicht en golven uiteenvalt in steeds kleinere deeltjes. Op die manier is er een soep van plastic ontstaan. Ook in de Atlantische Oceaan en in de Indische Oceaan komen vuilnisbelten van plastic voor.

Deze plastic soep is een bedreiging voor al het leven in de oceanen. Insecten zoals de zeeschaatser leggen massaal eitjes op de kleine stukjes plastic. Deze eitjes worden samen met de kleine stukjes plastic gegeten door onder andere krabben. Op die manier komen plastic deeltjes in de voedselketen terecht. Uiteindelijk bereikt het plastic via de voedselketen roofvissen, vogels en zeehonden. De gevolgen

hiervan verschillen van vergiftiging tot verstoring van de hormoonhuishouding. Het plastic komt via schelpdieren en vissen uiteindelijk ook in het lichaam van mensen terecht.



HUISHOUELIJK AFVAL

Afval van huishoudens is **huishoudelijk afval**. In Nederland wordt jaarlijks zo’n negen miljard kilogram huishoudelijk afval opgehaald. Dit afval bestaat uit **huisvuil** en **grofvuil** (zie afbeelding 42). In afbeelding 43 is weergegeven hoe het huisvuil is samengesteld. Het bedrijfsleven produceert daarnaast nog zo’n 45 miljard kilogram afval per jaar. Voorbeelden hiervan zijn oude autowrakken, oude autobanden, sloopafval en landbouwafval. Al dat afval moet worden ingezameld en verwerkt.

▼ Afb. 42 Grofvuil.



▼ Afb. 43 De samenstelling van huisvuil.



- Legenda:
- | | |
|---|--------------|
| groente-, fruit- en tuinafval (gft-afval) | textiel |
| papier en karton | metalen |
| plastic en andere kunststoffen | overig afval |
| glas | |

▼ Afb. 44 Afvalcontainers.



In vrijwel alle gemeenten van Nederland wordt het huisvuil gescheiden ingezameld. Veel mensen hebben thuis **afvalcontainers** (zie afbeelding 44). Eén van de containers is voor het groente-, fruit- en tuinafval. Deze **gft-container** is vaak groen. Een andere container is voor het afval dat niet gescheiden kan worden ingezameld. In sommige gemeenten moet je voor dit **restafval** een vuilniszak gebruiken. In veel gemeenten wordt papier, glas, plastic, textiel en klein chemisch afval ook gescheiden ingezameld. Vaak staan hiervoor containers bij supermarkten of winkelcentra.

▼ Afb. 45



1 glasbak



2 papierbak

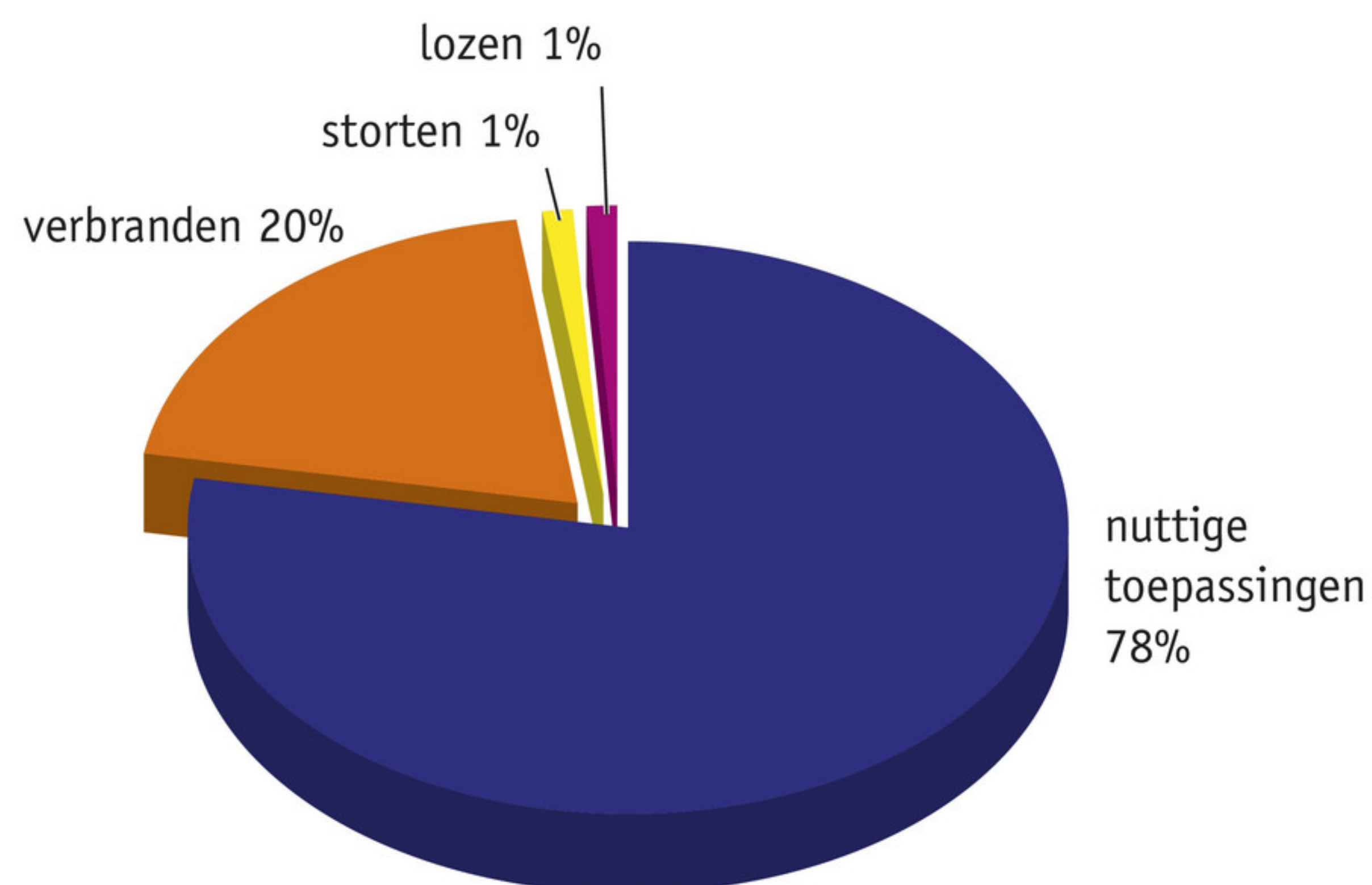


3 textielbak

AFVALVERWERKING

Gescheiden afval kan op drie manieren verder worden verwerkt. Het kan worden verbrand, gestort of gebruikt voor nuttige toepassingen. Vormen van verwerking voor nuttige toepassingen zijn recyclen, hergebruik en composteren. In 2010 werd in Nederland ongeveer 78% van het afval gebruikt voor nuttige toepassingen, 20% werd verbrand, 1% werd geloosd en 1% werd gestort (zie afbeelding 46).

► **Afb. 46** De verwerking van gescheiden afval in Nederland in 2010.



▼ **Afb. 47** Statiegeldflessen worden hergebruikt.



Bij **hergebruik** wordt een voorwerp opnieuw gebruikt, zoals statiegeldflessen (zie afbeelding 47). Bij **recycling** worden afvalproducten als **grondstoffen** gebruikt voor nieuwe producten. Papier, glas, metalen en kleding worden voor een groot deel gerecycled. Auto's en elektrische apparaten (zoals tv's en computers) worden eerst gedemonteerd. Sommige onderdelen kunnen opnieuw worden gebruikt. De andere onderdelen worden zo veel mogelijk verwerkt tot grondstoffen voor nieuwe producten. Zo wordt voorkomen dat giftige stoffen in het milieu terechtkomen.

▼ Afb. 48 Compost.



▼ Afb. 49 Verbrandingsoven.



Bij **composteren** wordt gft-afval afgebroken door reducenten. Je hebt geleerd dat daarbij voedingsstoffen voor planten vrijkomen. Zo ontstaat uit gft-afval een soort mest met veel voedingsstoffen voor planten. Deze mest heet **compost** (zie afbeelding 48). Composteren is milieuvriendelijk, omdat voedingsstoffen uit gft-afval worden gebruikt om planten te laten groeien. Van al het huishoudelijk afval wordt 20% verbrand. **Verbranden** gebeurt in grote verbrandingsovens (zie afbeelding 49). Bij de verbranding komt **warmte** vrij. Een groot deel van deze warmte wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken en om huizen en kassen te verwarmen.

Een klein deel van het afval (zo'n 1%) wordt gestort op vuilnisbelten. **Storten** is de gemakkelijkste en goedkoopste methode van afvalverwerking. Storten heeft echter verschillende nadelen. Een vuilnisbelt kan erg stinken en er leeft vaak veel ongedierte.

Veel gemeenten hebben een **milieustraat** (zie afbeelding 50). Deze wordt ook wel afvalstraat of gemeentewerf genoemd. Inwoners van een gemeente kunnen daar zelf afval naartoe brengen, zoals tuinafval, afval van een verbouwing, oud ijzer en oude meubelen. Ook is daar een depot voor klein chemisch afval. **Klein chemisch afval (kca)** is al het chemisch afval van huishoudens (zie afbeelding 51). Klein chemisch afval kun je ook inleveren bij de winkels of bedrijven waar je de producten hebt gekocht. Bijvoorbeeld oude medicijnen bij apotheken en lege batterijen bij fotozaken.

WB OPDRACHT 27 T/M 30 BLZ. 98

▼ Afb. 50 Een milieustraat.



▼ Afb. 51 Klein chemisch afval.



6 Voedselproductie

Je hebt geleerd dat de wereldbevolking nog steeds groeit. Al die mensen moeten eten. Het voedsel van mensen komt van de landbouw. Onder **landbouw** vallen de activiteiten waarbij het natuurlijk milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik.

Er zijn drie soorten landbouw: **akkerbouw**, **veeteelt** en **tuinbouw** (zie afbeelding 52). De planten die in de akkerbouw en tuinbouw worden verbouwd, heten **voedingsgewassen**. De dieren die in de veeteelt worden gehouden, noemen we **landbouwhuisdieren**. Al eeuwen proberen mensen de opbrengst van voedingsgewassen en landbouwhuisdieren zo hoog mogelijk te maken. Bij voedingsgewassen kan dat door de bodem te bemesten en te bewerken en de gewassen te beschermen tegen ziekten en plagen. Bij landbouwhuisdieren kan dat door de dieren speciaal voer te geven en ze te beschermen tegen ziekten. Ook kan de opbrengst worden verhoogd door te kruisen, te fokken of gebruik te maken van moderne technieken uit de biotechnologie.

▼ **Afb. 52** Drie soorten landbouw.



1 akkerbouw



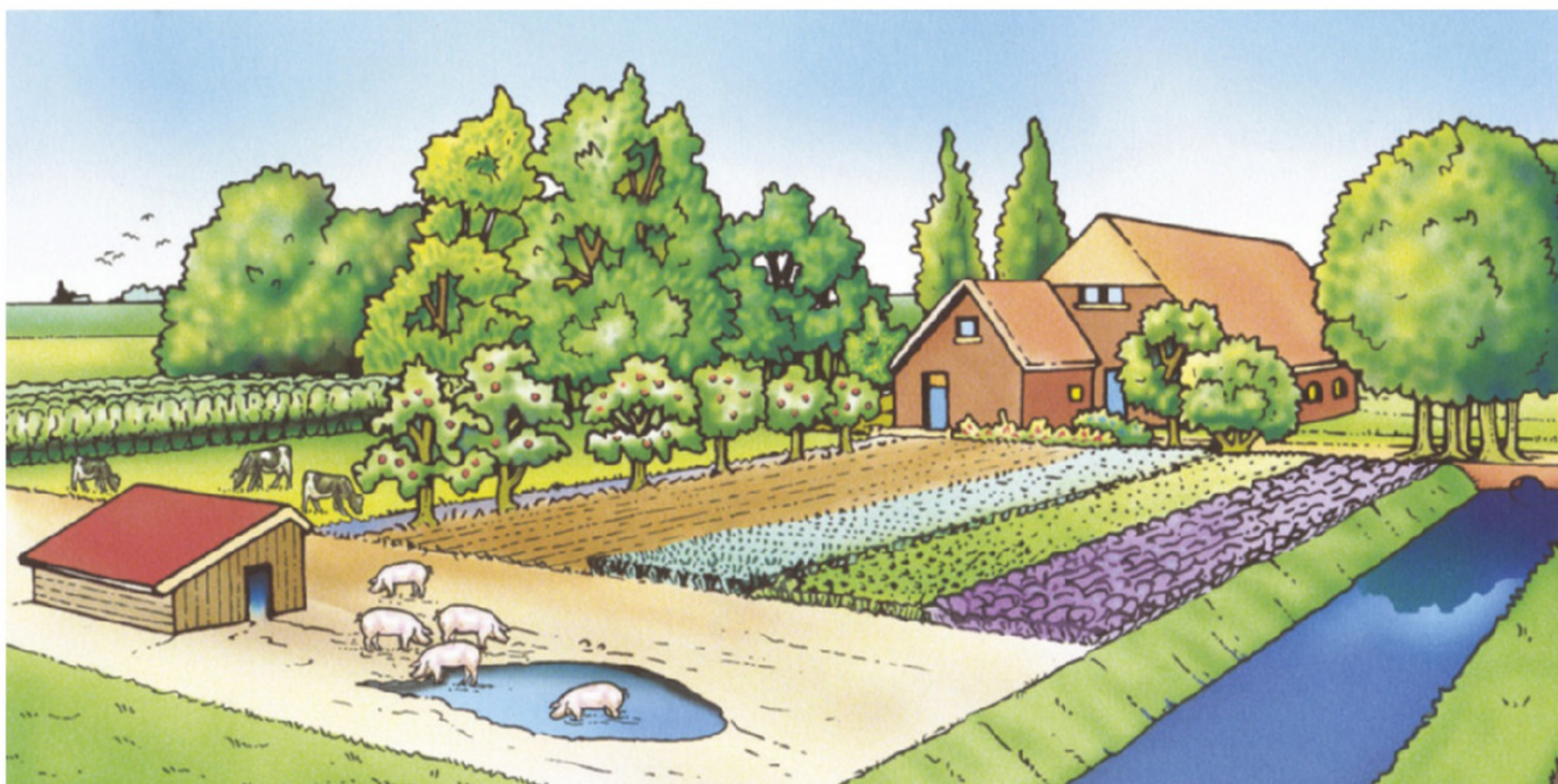
2 veeteelt



3 tuinbouw

De landbouw in Nederland is de laatste zestig jaar sterk veranderd. Tot 1950 waren de meeste landbouwbedrijven **gemengde bedrijven** of **combinatiebedrijven**. De boeren bedreven zowel akkerbouw als veeteelt. Meestal verbouwden ze ook groenten (zie afbeelding 53). Tegenwoordig zijn de meeste bedrijven gespecialiseerd: er zijn akkerbouwbedrijven, veeteeltbedrijven en tuinbouwbedrijven.

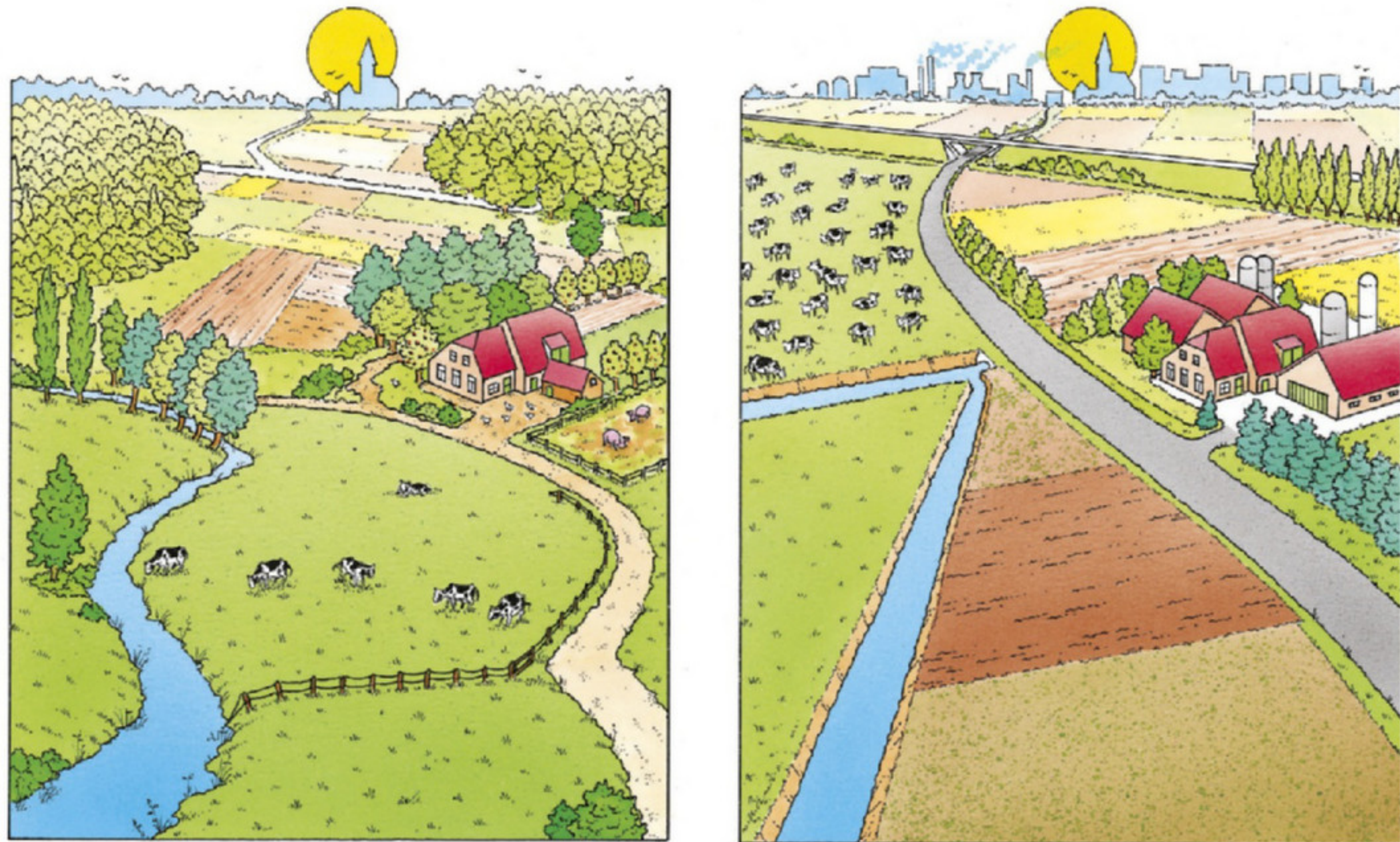
► **Afb. 53** Landbouw op een gemengd bedrijf.



AKKERBOUW

Akkerbouwbedrijven zijn vaak grote bedrijven met heel veel grond. Door ruilverkaveling zijn kleine akkers bij elkaar gevoegd tot grote akkers. Daardoor is het landschap sterk veranderd (zie afbeelding 54).

► **Afb. 54** Verandering van het landschap door ruilverkaveling.



1 landschap in 1950

2 landschap in 2014

▼ **Afb. 55** Monocultuur.



▼ **Afb. 56** Bij monoculturen kunnen grote machines gebruikt worden.



Meestal wordt op een grote akker maar één soort gewas verbouwd, bijvoorbeeld aardappelen, tarwe of suikerbieten. We noemen dat een **monocultuur** (zie afbeelding 55).

Monoculturen hebben voor akkerbouwers grote voordelen. Er kunnen grote machines worden gebruikt om de bodem te bewerken en om te oogsten (zie afbeelding 56). Dat gaat snel en gemakkelijk. Bij monoculturen kunnen de gewassen goedkoop worden verbouwd. Een akker brengt veel op.

Monoculturen hebben ook nadelen. Een monocultuur betekent veel voedsel voor insecten. Daardoor is er een grotere kans op insectenplagen. In een monocultuur staan de planten dicht op elkaar. Daardoor kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk verspreiden onder planten.

Akkerbouwers bestrijden de insecten en de ziekteverwekkers vaak met **chemische gewasbeschermingsmiddelen** (gifstoffen). Veel chemische gewasbeschermingsmiddelen doden ook nuttige organismen, zoals regenwormen in de bodem.

Langs veel akkers lopen sloten. De gewasbeschermingsmiddelen kunnen in het water van de sloten of in het grondwater terechtkomen. In Nederland wordt het drinkwater voor een belangrijk deel uit de grond opgepompt. Chemische gewasbeschermingsmiddelen bedreigen dus de kwaliteit van ons drinkwater.

Een ander nadeel is dat door een monocultuur de bodem snel uitgeput raakt. Er wordt mest gebruikt om de mineralen aan te vullen. Er bestaan twee soorten mest: organische mest en kunstmest. **Organische mest** is afkomstig van organismen. **Kunstmest** wordt kunstmatig gemaakt in laboratoria of fabrieken. Om beter te kunnen bepalen welke en hoeveel mineralen er in de bodem komen, gebruikt de boer vaak kunstmest om het land te bemesten. Een deel van de kunstmest komt terecht in het water van de sloten en in het grondwater. Daardoor wordt het water minder geschikt voor de drinkwatervoorziening.

VEETEELT

Veeteeltbedrijven in Nederland waren oorspronkelijk graasbedrijven. Graasbedrijven zijn bedrijven met koeien, schapen, geiten of paarden. Veel veehouderijen hebben tegenwoordig weinig grond, zoals veel varkenshouderijen en pluimveebedrijven. Deze manier van veeteelt heet **intensieve veehouderij** en wordt ook wel **bio-industrie** of **vee-industrie** genoemd. Omdat de bedrijven weinig grond hebben, verbouwen ze het veevoer niet zelf, maar kopen het bij veevoerbedrijven. De grondstoffen voor de productie van het veevoer komen voor 70% uit het buitenland (zie afbeelding 57).

▼ **Afb. 57** De invoer van grondstoffen voor veevoer in Nederland.



De bio-industrie heeft voor de veehouders voordelen. Dankzij krachtvoer kan een veehouder dieren in grote aantallen houden (zie afbeelding 58). Doordat hij heel veel dieren houdt, kan hij veel vlees, melk of eieren produceren. De bio-industrie heeft ook nadelen. Bij de bio-industrie ontstaat een **mestoverschot**, doordat er op het eigen bedrijf meer mest wordt gemaakt dan nodig is voor bemesting (zie afbeelding 59). Mest kan het grond-, oppervlakte- en drinkwater verontreinigen (zie afbeelding 60). Over verontreiniging van water en bodem leer je meer in extra basisstof 8.

► **Afb. 58** Dieren in de bio-industrie.



▼ Afb. 59



1 mestoverschot

Boeren gebruiken mest om hun akkers en weilanden te bemesten. Het gebruik van dierlijke mest is wettelijk beperkt, omdat te veel mest slecht is voor het milieu. De mest die overblijft, noemen we mestoverschot.



2 maatregelen tegen mestoverschot

via het voer

Dieren krijgen aangepast voer waardoor de mest minder fosfaat bevat.

via mestverwerking

De mest wordt verwerkt tot bijvoorbeeld kunstmest.

via uitvoer

De mest wordt verwerkt zodat deze geschikt is voor export.

Bron: Ministerie van Landbouw, 2013.

▼ Afb. 60

Milieutechnoloog

Hallo, ik ben Peter Schipper. Als onderzoeker waterkwaliteit werk ik bij Alterra, een van de onderzoeksinstituten van de Wageningen Universiteit. Na mijn hbo-opleiding milieutechnologie ging ik werken bij Grontmij, een groot adviesbureau. Daar ben ik begonnen met allerlei studies naar grondwater. Het fascineerde mij vooral hoe regenwater reageert met

allerlei verontreinigende stoffen die op en in de bodem terechtkomen (mest, bestrijdingsmiddelen, zware metalen). Ook boeit het mij hoe die stoffen uitspoelen naar grond-, oppervlakte- en drinkwater. Sinds 2010 werk ik bij Alterra. We doen hier niet alleen onderzoek in Nederland, maar over de hele wereld. We staan vooral goed bekend vanwege onze kennis over landbouw en natuur.



TUINBOUW

Vroeger verbouwden **tuinbouwbedrijven** de meeste gewassen buiten (zie afbeelding 61). We noemen dat **tuinbouw in de open grond**. Tegenwoordig worden veel tuinbouwgewassen in kassen verbouwd. We noemen dat **glastuinbouw** (zie afbeelding 62).

▼ **Afb. 61** Tuinbouw in de open grond.



▼ **Afb. 62** Glastuinbouw.



▼ **Afb. 63**



De glastuinbouw heeft voor tuinbouwers grote voordelen. In de kassen kunnen ze zorgen voor gunstige omstandigheden voor de groei van de planten. Daardoor kunnen ze in hun kassen veel voedsel produceren. Er is nog een voordeel van de glastuinbouw. Voedingsgewassen kunnen in kassen het hele jaar door worden verbouwd. Daardoor kun je veel groenten het hele jaar door kopen (zie afbeelding 63). Een tuinbouwer kan bijvoorbeeld sla oogsten in de winter.

Glastuinbouw heeft ook nadelen. In de zomer is er in de kassen voldoende licht en warmte om de planten goed te laten groeien. In de andere seizoenen zorgen felle lampen voor voldoende licht in de kassen (zie afbeelding 64). Deze lampen gebruiken veel elektriciteit. Door de verbranding van aardgas voor de verwarming van de kassen ontstaan afvalstoffen, waaronder koolstofdioxide. Koolstofdioxide versterkt het broeikaseffect. Door het gebruik van lampen en verwarming is voor het verbouwen van een kilogram kasgroente gemiddeld 10 x zo veel energie nodig als voor een kilogram groente van de open grond.

In de kassen kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk over de gewassen verspreiden. Voor de bestrijding van ziekteverwekkers wordt in de glastuinbouw vaak biologische gewasbescherming toegepast. Bij glastuinbouw worden minder chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt dan bij tuinbouw in de volle grond. Over biologische gewasbescherming leer je verderop in deze basisstof meer.

WB OPDRACHT 33 T/M 35 BLZ. 102

► **Afb. 64** Verlichting in een kas.



VISSERIJ

Een deel van onze voedingsmiddelen komt van de **visserij**. Door de groei van de wereldbevolking en door steeds betere vangstmethoden is er sprake van overbevissing. **Overbevissing** is het verschijnsel dat in een bepaald gebied te veel vis gevangen wordt. Hierdoor verdwijnt die vissoort uit dat gebied. Door overbevissing dreigen verschillende vissoorten uit te sterven, zoals haring, paling, kabeljauw en de meeste tonijnsoorten.

Een ander nadeel van de visserij is de bijvangst. **Bijvangst** is het onbedoeld vangen van vissen. Als een visser haring wil vangen, komen er ook allerlei andere vissen in zijn net. De bijvangst wordt vaak overboord gezet.

Naast de visvangst op zee wordt er steeds meer vis geteeld. **Visteelt** is het kweken van vis in speciale bakken of kooien. Een voordeel van visteelt is dat het goedkoper is dan de visserij. Ook kan het overbevissing voorkomen. In Nederland wordt ook vis geteeld, bijvoorbeeld meerval, paling, tilapia, tarbot en forel.

INSECTEN

Naast vlees en vis eten steeds meer mensen in Nederland insecten. Insecten vormen een goede bron van onder andere eiwitten (zie afbeelding 65).

WB OPDRACHT 36 BLZ. 103

▼ Afb. 65

Insecten eten: duurzaam én lekker

Een bakje sprinkhanen levert veel gezonde voedingsstoffen op. Bovendien is zo'n gerecht beter voor het milieu dan een biefstuk. In alle werelddelen, behalve Europa en Noord-Amerika, eten mensen vaak insecten. Dat varieert van een zakje gefrituurde mieren tot soep met bijen.

Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit investeert € 1.000.000,- in onderzoek door Wageningen Universiteit naar de toepassing van insecten in eten in Nederland. Insecten zijn namelijk gezond en duurzaam. Insecten leveren onder andere eiwitten, ijzer en vitamine A, B2 en D. Ze zijn daarin vergelijkbaar met vlees van varkens, kippen of runderen. Het vetpercentage is vaak lager en insecten bevatten meer onverzadigd vet, zoals linolzuur. Voor het kweken van insecten is veel minder landbouwgrond nodig en er komt minder koolstofdioxide bij vrij. Insecten hebben ook veel minder voer nodig. Voor een kilogram rundvlees

is bijvoorbeeld 3 x zo veel voer nodig als voor een kilogram eetbare insecten. Er is dan ook minder mest. Onderzoekers en insectenbedrijven ontwikkelen ook half-om-half producten. Kipgehakt vermengd met meelwormen voor snacks bijvoorbeeld. Zo worden de twijfelaars wellicht gemakkelijker over de streep getrokken.



Naar: www.gezondheidnet.nl.

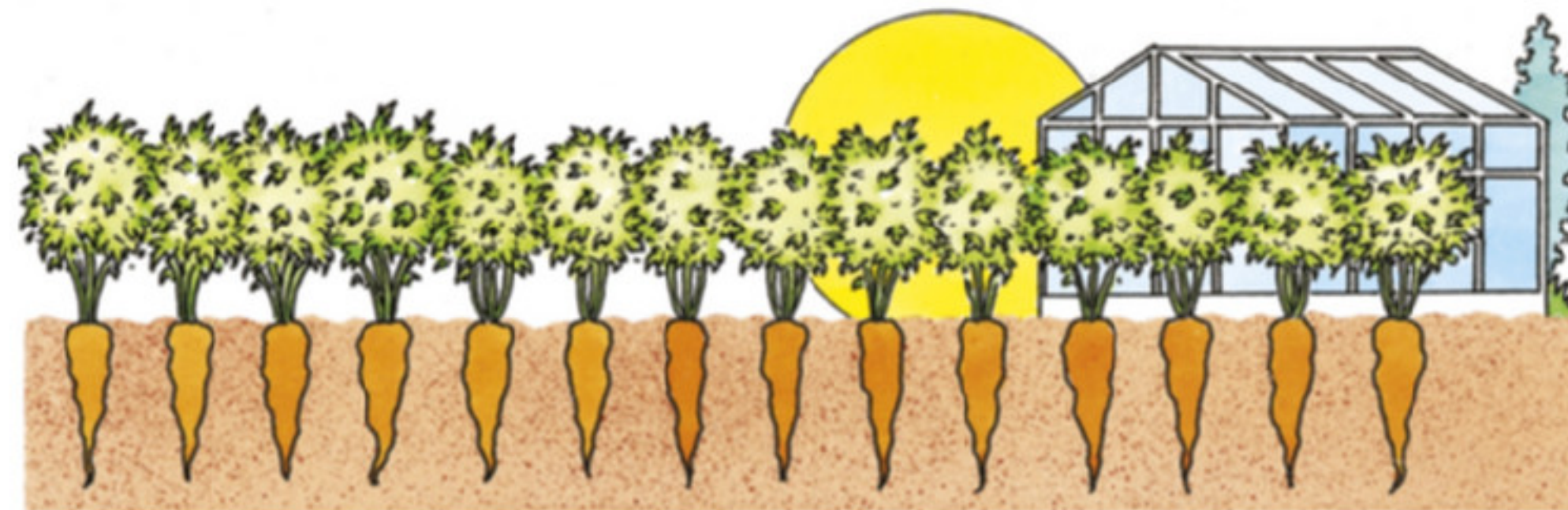
BIOLOGISCHE LANDBOUW

Door de gangbare (intensieve) landbouwmethoden is er in Nederland voldoende voedsel en is het voedsel betaalbaar. Je hebt geleerd dat de intensieve landbouw nadelen heeft voor het milieu en voor landbouwhuisdieren. Steeds meer mensen vinden dat de landbouw rekening moet houden met het milieu en met de dieren.

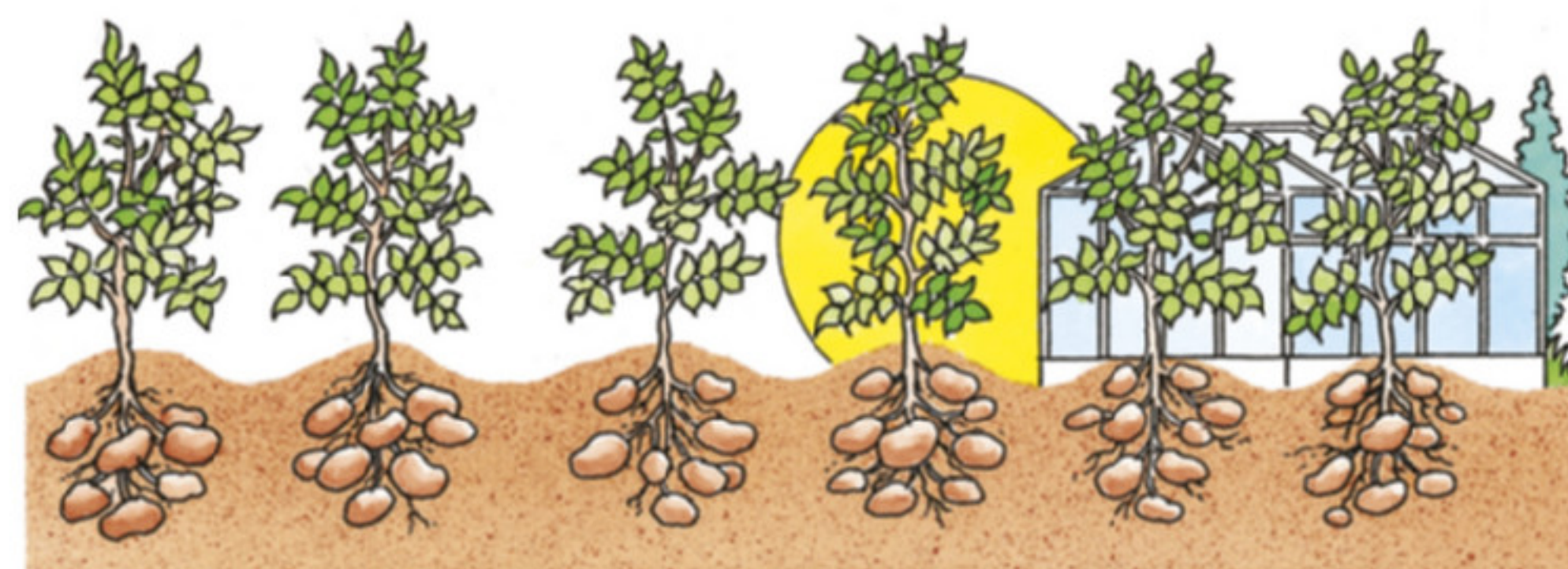
De **biologische landbouw** probeert het milieu te sparen en toch voldoende voedsel te produceren. Zo worden monoculturen vermeden en kleine stukken grond met elkaar afgewisseld. Daardoor is de kans op insectenplagen kleiner. Ook breiden ziekten van het gewas zich minder snel uit. Verder wordt **vruchtwisseling** toegepast. Op een bepaald stuk grond wordt dan nooit twee jaar achter elkaar hetzelfde gewas verbouwd. In afbeelding 66 zie je een voorbeeld van vruchtwisseling. Ziekteverwekkers maken meestal maar één soort gewas ziek en blijven na het oogsten nog één of twee jaar in de bodem aanwezig. Het gewas wordt geoogst voordat de ziekteverwekkers schadelijk worden. Het volgende jaar wordt een ander gewas op de akker verbouwd. In de folder van afbeelding 67 staan de belangrijkste kenmerken van de biologische landbouw.

WB OPDRACHT 37 EN 38 BLZ. 104

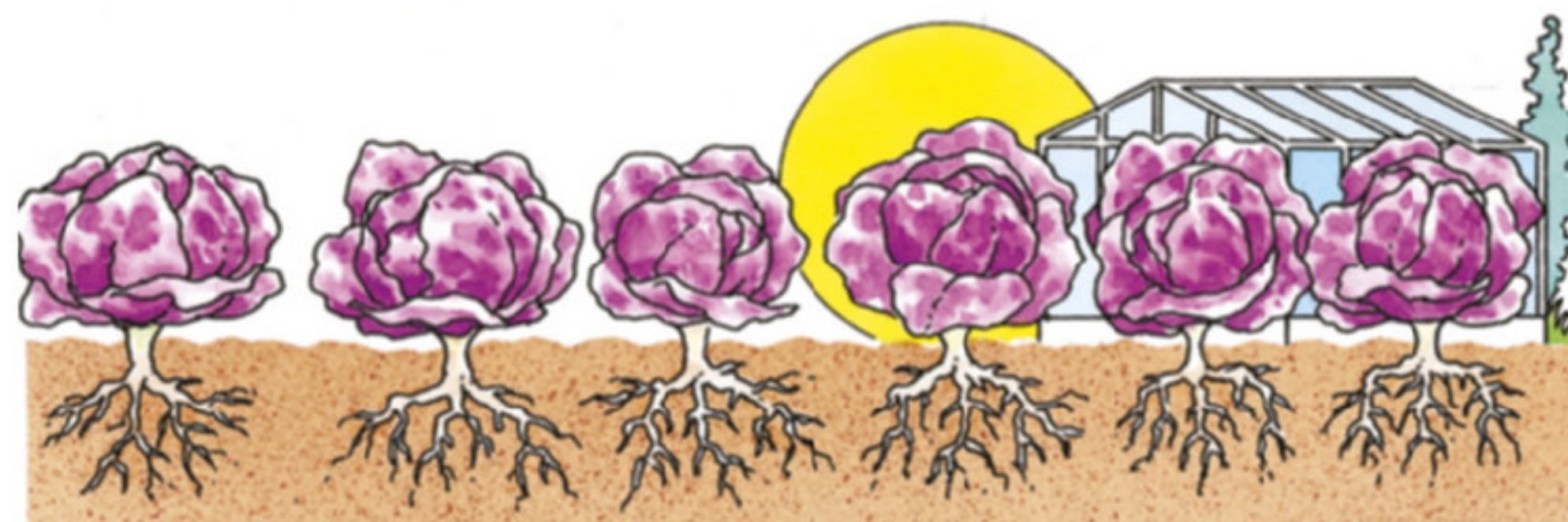
► **Afb. 66** Vruchtwisseling (schematisch).



1e jaar: peen



2e jaar: aardappelen



3e jaar: rodekool



4e jaar: peen

▼ Afb. 67

BIOLOGISCHE LANDBOUW

Biologische landbouwmethoden:

- ontzien het milieu zo veel mogelijk;
- leveren gezonde (en smakelijke) producten;
- zijn diervriendelijk.

Biologische akker- en tuinbouw:

- maakt geen gebruik van kunstmest;
- gebruikt alleen mest van biologische veeteelt;
- bemest niet meer dan planten kunnen opnemen;
- past geen monoculturen toe;
- gebruikt geen chemische gewasbeschermingsmiddelen.

Voedingsgewassen beschermen tegen ziekten en plagen door:

- vruchtwisseling toe te passen (meestal een zesjarig vruchtwisselingschema);

- verschillende soorten voedingsgewassen te verbouwen op kleine stukken grond;
- insectenplagen te bestrijden met natuurlijke vijanden.

Biologische veeteelt:

- geeft dieren volop de ruimte om los te lopen (te scharrelen);
- geeft dieren biologisch geteeld veevoer;
- houdt rekening met het welzijn van de dieren;
- gebruikt diergeneesmiddelen pas als een dier ziek is.

Biologische producten:

- bevatten geen resten van chemische gewasbeschermingsmiddelen;
- bevatten geen chemische geur-, kleur- en smaakstoffen;
- zijn te herkennen aan het Europees biologisch keurmerk.



► Afb. 68 Producten van de biologische landbouw.



7 Bescherming tegen ziekten en plagen

▼ **Afb. 69** Vraat door insecten.



Bacteriën en schimmels kunnen voedingsgewassen ziek maken. Insecten en andere dieren eten delen van voedingsgewassen (zie afbeelding 69). Als veel dieren de voedingsgewassen aantasten, heet dit een **plaag**. Door ziekten en plagen wordt de opbrengst van voedingsgewassen lager. In de landbouw worden voedingsgewassen beschermd tegen ziekten met chemische gewasbeschermingsmiddelen of op een biologische manier.

CHEMISCHE GEWASBESCHERMING

Er zijn veel **chemische gewasbeschermingsmiddelen** (pesticiden) die worden gebruikt om plantenziekten en plagen te bestrijden. Zelfs voor plagen in de tuin zijn er chemische gewasbeschermingsmiddelen (zie afbeelding 70). Chemische gewasbeschermingsmiddelen zijn **biociden**, wat betekent dat ze levende organismen doden. Ze hebben als voordeel dat ze snel effect hebben. Ziekten en plagen kunnen met deze middelen meestal goed worden bestreden.

Chemische gewasbeschermingsmiddelen hebben ook veel nadelen. Ze doden niet alleen schadelijke, maar ook vaak onschadelijke en zelfs nuttige soorten. Deze gewasbeschermingsmiddelen zijn **niet-selectief** (zie afbeelding 71). Het is ingewikkeld en dus ook duur om selectieve biociden te ontwikkelen.

► **Afb. 70** Chemische gewasbeschermingsmiddelen.

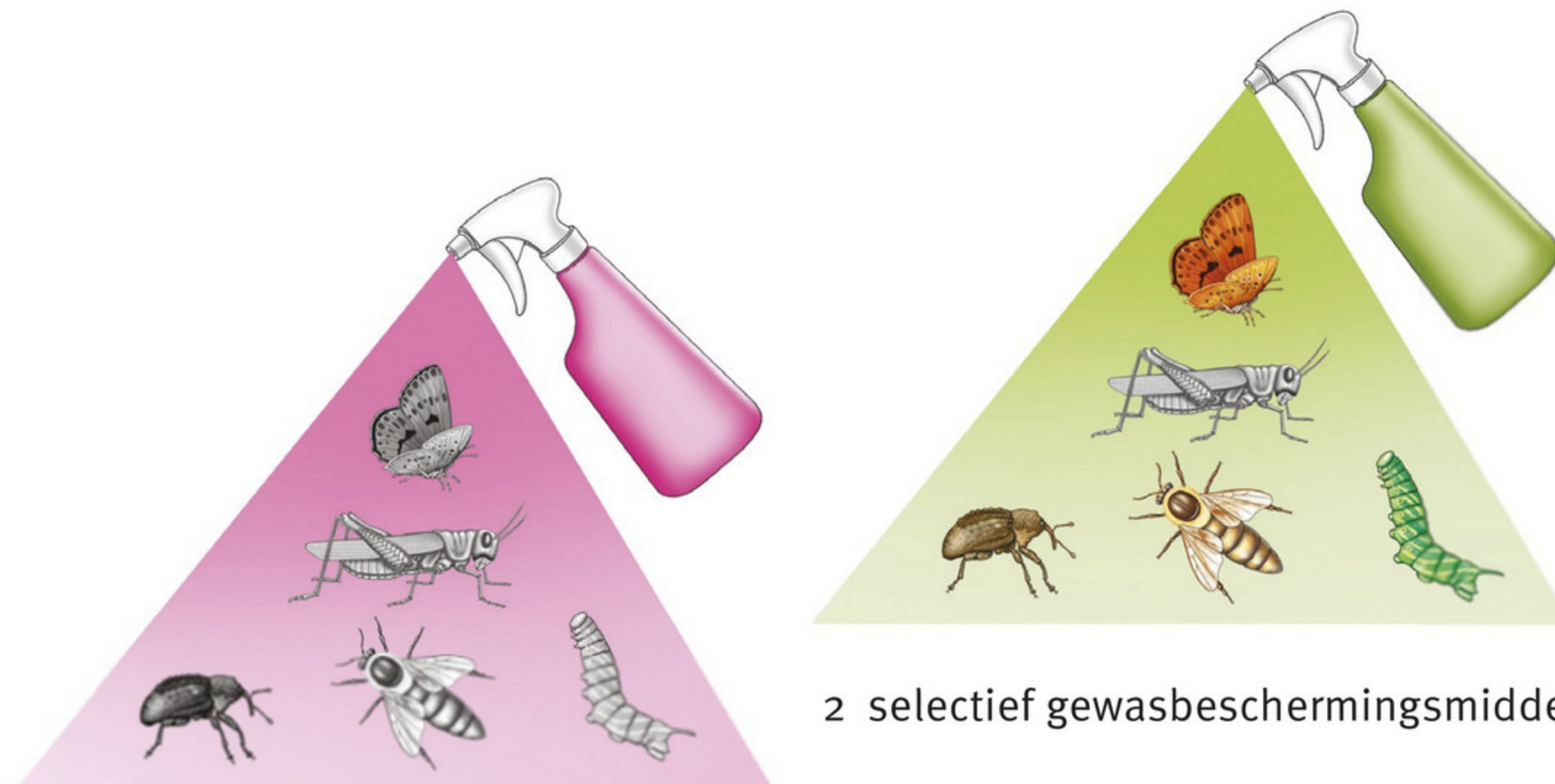


1 voor gebruik in de landbouw



2 voor gebruik in en rond het huis

► **Afb. 71**



1 niet-selectief gewasbeschermingsmiddel

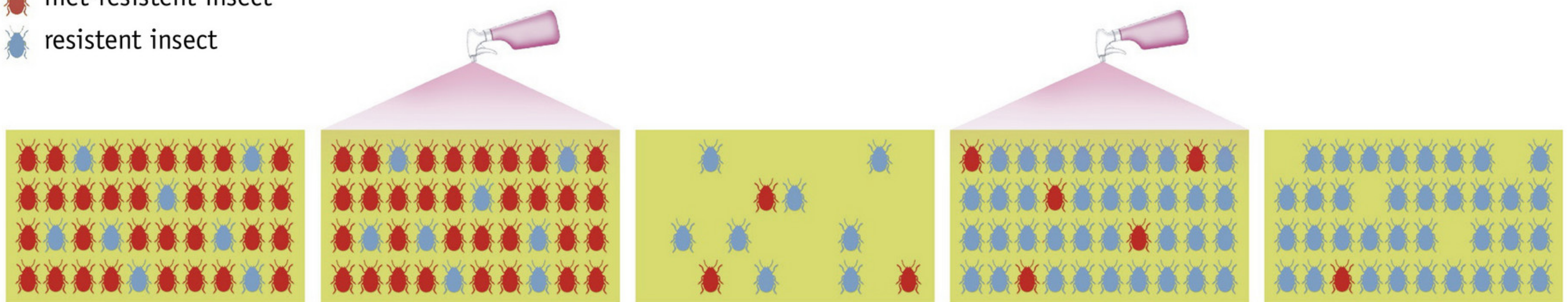
2 selectief gewasbeschermingsmiddel

Een ander nadeel is dat bij de soort die wordt bestreden vaak al snel **resistentie** optreedt tegen het gewasbeschermingsmiddel. In thema 5 Erfelijkheid en evolutie heb je geleerd dat bij geslachtelijke voortplanting verschillende genotypen ontstaan. Bij een soort die wordt bestreden, blijken vaak organismen voor te komen met een genotype waardoor ze ongevoelig of minder gevoelig zijn voor het gebruikte gewasbeschermingsmiddel. We noemen deze organismen **resistent**. Vooral deze resistente organismen overleven en planten zich voort (zie afbeelding 72). Hierdoor kan na een aantal generaties de hele soort resistent zijn voor het gebruikte gewasbeschermingsmiddel. Er treedt dan een nieuwe plaag op. Om deze plaag te bestrijden moet dan een grotere hoeveelheid of een ander gewasbeschermingsmiddel worden gebruikt.

▼ **Afb. 72** Het ontstaan van resistentie tegen een chemisch gewasbeschermingsmiddel.

Legenda:

-  niet-resistent insect
 resistent insect



1 op een akker treedt een plaag op

2 de planten worden behandeld met een chemisch gewasbeschermingsmiddel

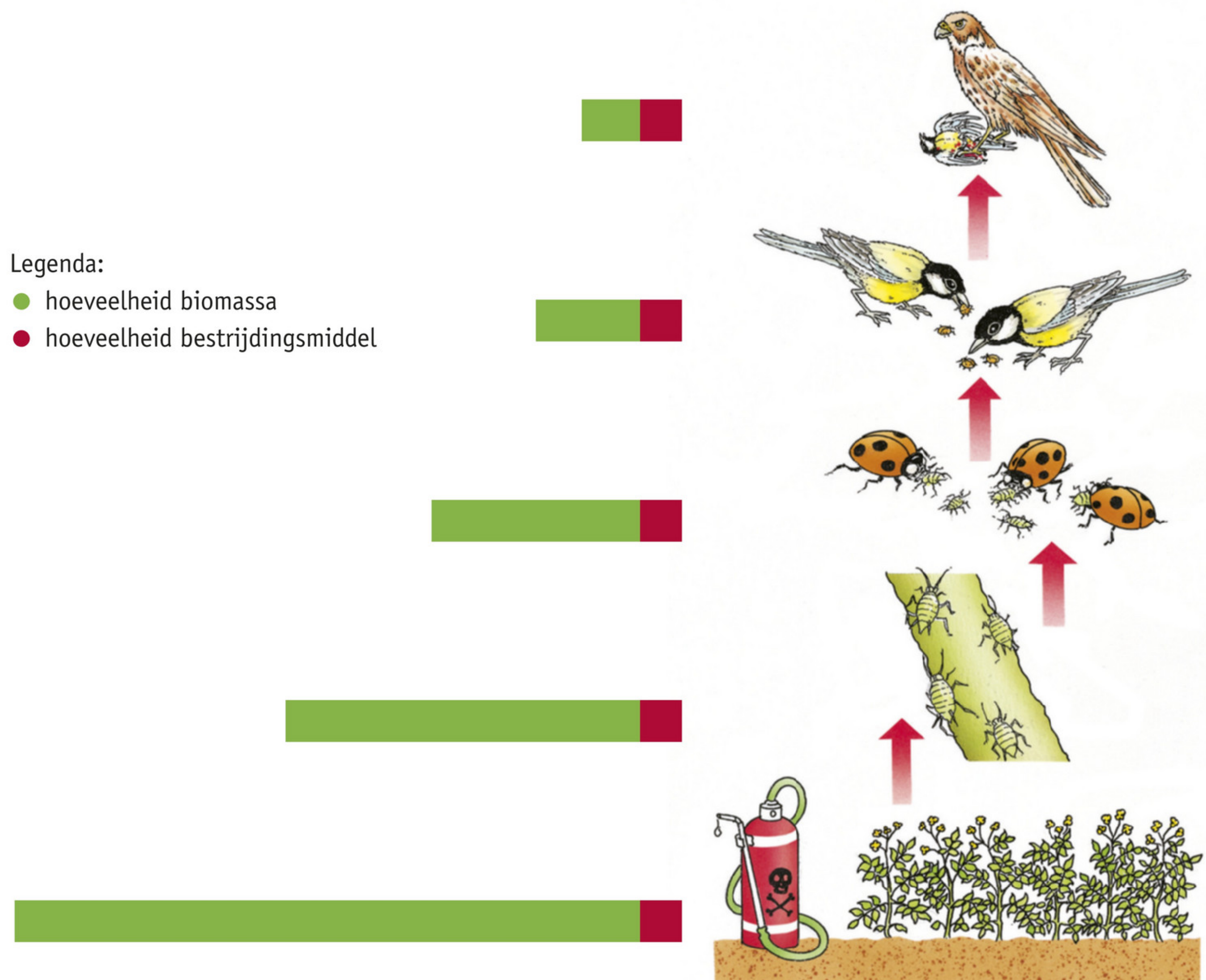
3 resistente organismen overleven

4 de resistente organismen krijgen veel resistente nakomelingen

5 steeds meer organismen in de populatie zijn resistent; het gewasbeschermingsmiddel werkt niet meer

Een derde nadeel is dat een deel van de chemische gewasbeschermingsmiddelen niet of zeer langzaam biologisch wordt afgebroken. Bij dieren worden de gewasbeschermingsmiddelen opgeslagen in vetweefsel en doorgegeven aan de volgende schakel in de voedselketen. Ook daar worden de gewasbeschermingsmiddelen opgeslagen in vetweefsel. Via voedselketens hopen de gewasbeschermingsmiddelen zich op in dieren die aan het eind van een voedselketen staan (zie afbeelding 73). We noemen dat opeenhoping of **accumulatie**.

In thema 6 Ecologie heb je geleerd dat de hoeveelheid biomassa (de totale hoeveelheid energierijke stoffen) in een voedselketen afneemt. Dezelfde hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen komt daardoor in een steeds kleinere hoeveelheid biomassa terecht (zie afbeelding 73). Daardoor wordt het effect van de gewasbeschermingsmiddelen steeds groter. Dieren die aan het eind van de voedselketen staan, hebben dan ook een grotere kans om dood te gaan aan gewasbeschermingsmiddelen.

▼ **Afb. 73** Accumulatie van een chemisch gewasbeschermingsmiddel in een voedselketen (schematisch).▼ **Afb. 74** Witte vlieg.► **Afb. 75** Sluipwesp.

BIOLOGISCHE GEWASBESCHERMING

Bij biologische gewasbescherming wordt gebruikgemaakt van biologische verschijnselen. Sommige soorten insecten kunnen worden bestreden met dieren die in de natuur een vijand zijn van deze insecten. We noemen deze dieren **natuurlijke vijanden**. Het gebruiken van natuurlijke vijanden wordt ook wel **biologische gewasbescherming** genoemd. Een voorbeeld van deze aanpak is de bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.

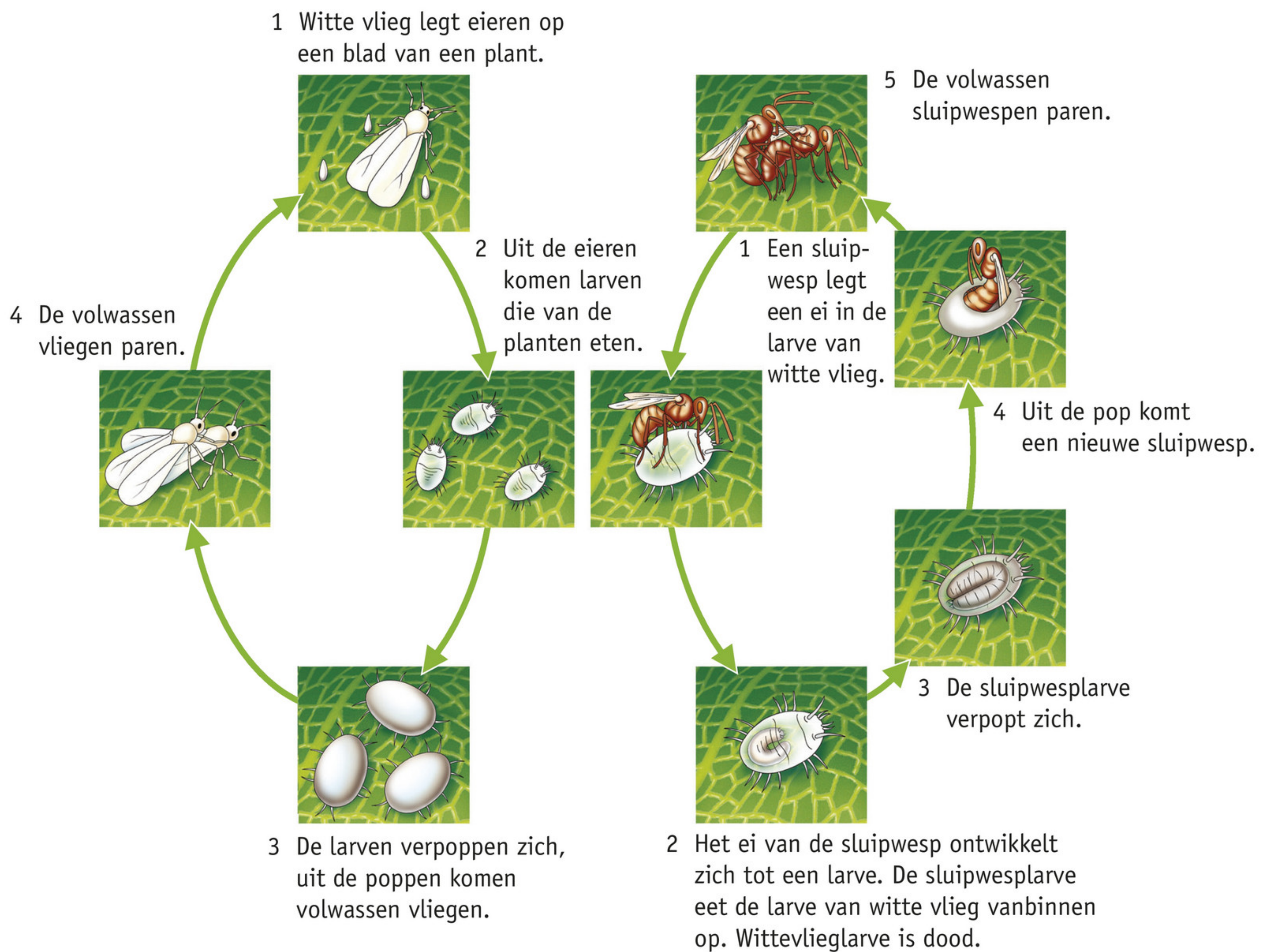
Witte vlieg kan grote schade aanrichten bij de teelt van onder andere tomaten en komkommers, doordat ze sappen uit de planten opzuigen (zie afbeelding 74). Om witte vlieg te bestrijden kan een tuinder sluipwespen in de kassen loslaten (zie afbeelding 75).

In afbeelding 76 zie je dat witte vlieg wordt bestreden met sluipwespen. Speciale bedrijven leveren de sluipwespen aan de tuinders. Vaak worden in plaats van volwassen dieren eieren of poppen in de kas gebracht (zie afbeelding 77).

Ook worden geluiden of geurstoffen ingezet om plaagdieren te lokken. De gelokte dieren worden gedood of onvruchtbaar gemaakt. Zij kunnen zich niet meer voortplanten en daardoor geen verdere schade aanrichten.

WB OPDRACHT 39 EN 40 BLZ. 106

▼ **Afb. 76** Biologische bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.



► **Afb. 77** Een kaartje met eieren van sluipwespen in een kas.



8

Water en bodem

Waternverontreiniging en bodemverontreiniging hebben in de vorige eeuw tot veel problemen geleid in Nederland. Vervuiling is vaak een gevolg van activiteiten van de mens. Veel organismen zijn afhankelijk van schoon water en een schone bodem. Organismen die voorkomen in vervuiling worden erdoor bedreigd of verdwijnen. Ook voor de mens zijn schoon water en een schone bodem belangrijk. We drinken water en eten van de gewassen die in de bodem groeien.

VERONTREINIGING VAN WATER

Het water in rivieren, zeeën en meren wordt behalve door huishoudens ook vervuild door fabrieken, land- en tuinbouw en scheepvaart (zie afbeelding 78). Het afvalwater van fabrieken bevat vaak zware metalen, zoals zink, cadmium en lood. Deze metalen zijn schadelijk voor de gezondheid van mens en dier.

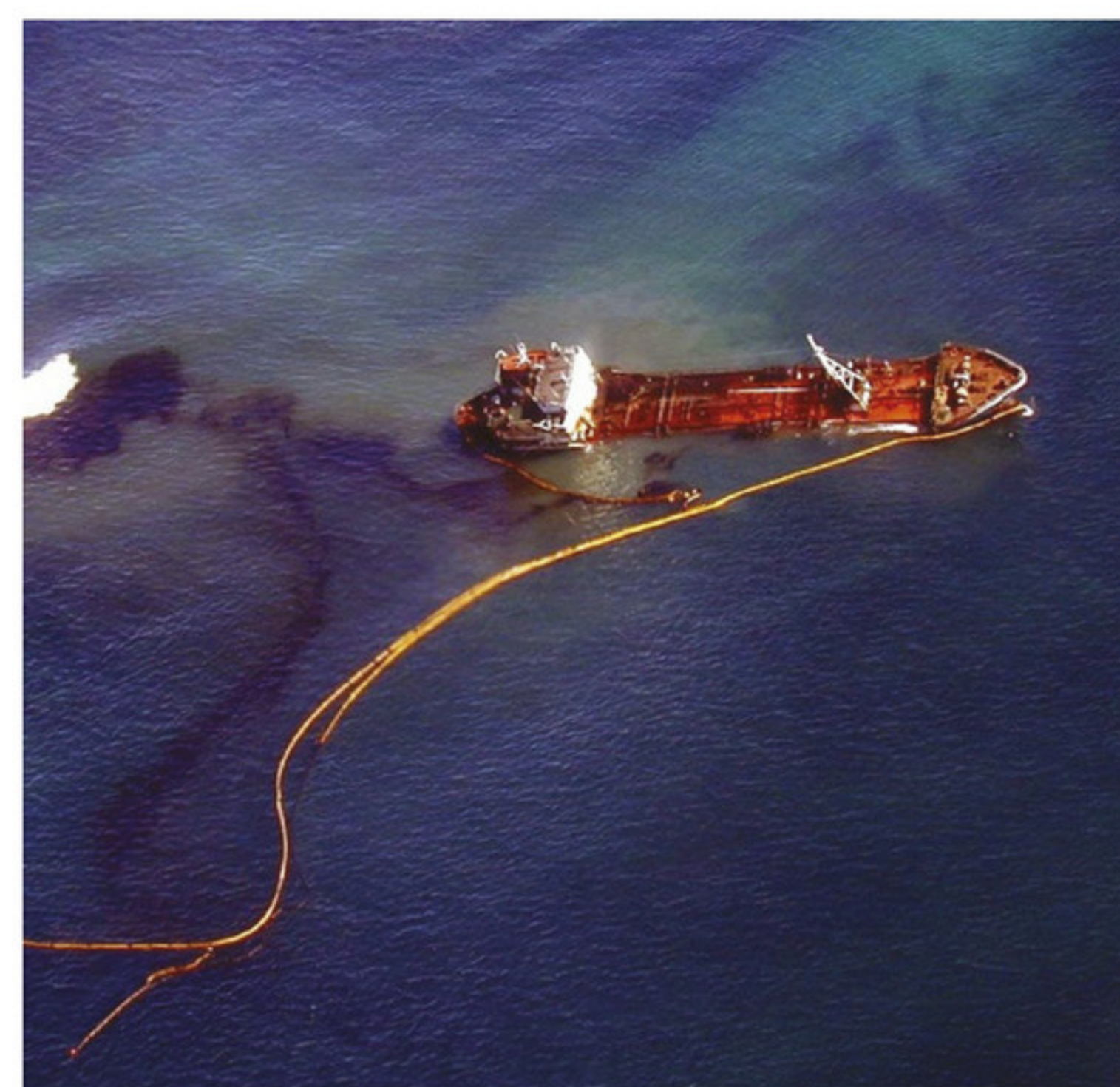
▼ **Afb. 78** Bronnen van waternverontreiniging.



1 fabrieken



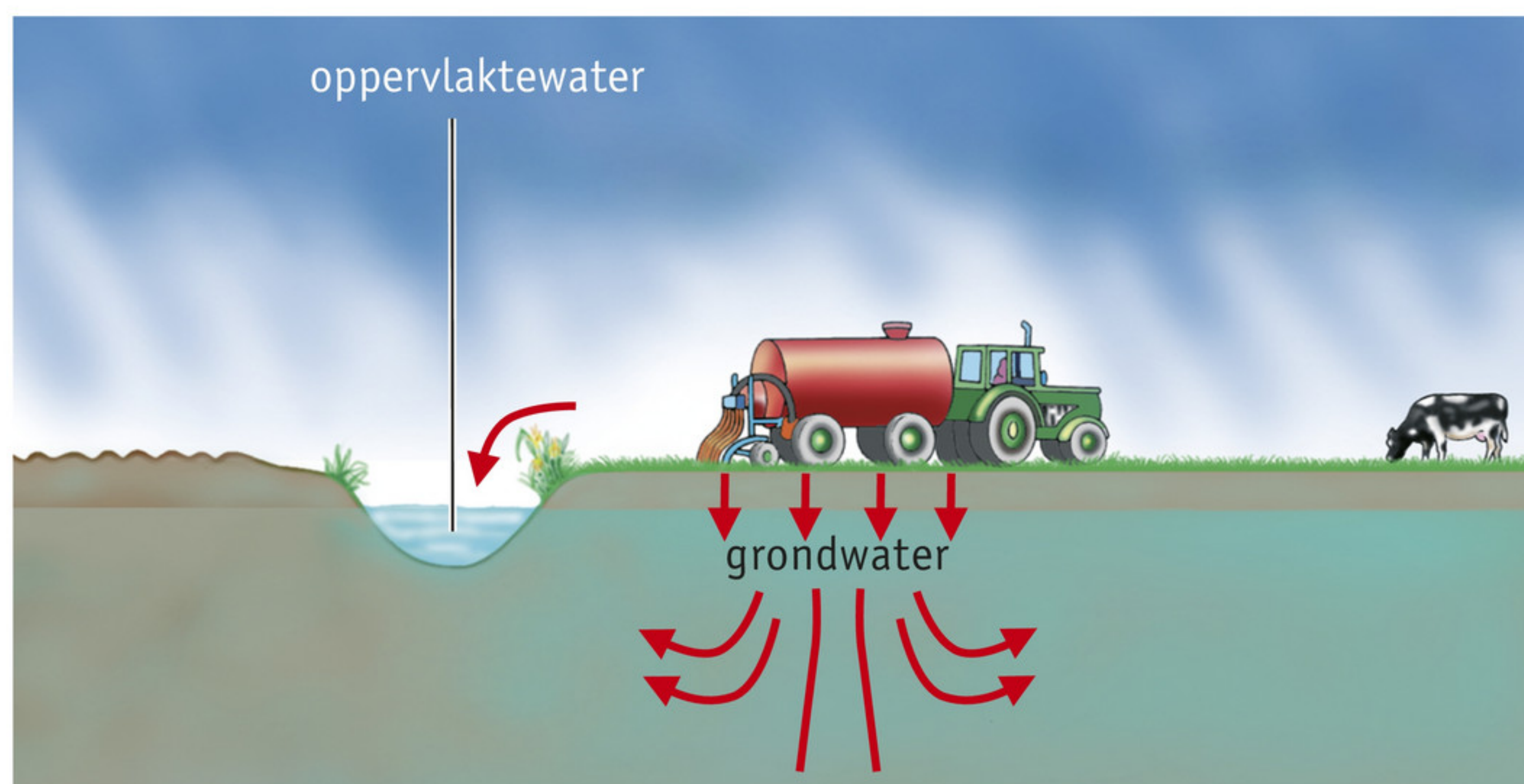
2 bestrijdingsmiddelen in de land- en tuinbouw



3 olie lekt uit een schip

Ook via land- en tuinbouwbedrijven komen schadelijke stoffen terecht in het water en in de bodem, zoals chemische gewasbeschermingsmiddelen en (kunst)mest (zie afbeelding 79).

► **Afb. 79** Bemesting kan grondwater en oppervlaktewater verontreinigen.



In het verleden zorgden industrie, landbouw en verkeer voor veel vervuiling. Tegenwoordig komt dit door allerlei maatregelen minder vaak voor. Zo lozen schepen en fabrieken steeds minder schadelijke stoffen in het milieu, maar vangen ze op en verwerken ze op een goede manier. Afvalwater wordt vaak gezuiverd voordat het op het oppervlaktewater wordt geloosd. Deze maatregelen helpen de verontreiniging van water te beperken.

▼ Afb. 80

Waterzuivering met bananenschillen

Wetenschappers hebben in 2011 een goedkope en veilige manier ontdekt om water te zuiveren van zware metalen: bananenschillen. Zware metalen zoals lood en koper belanden door toedoen van de landbouw en industrie regelmatig in het water. Via grondwater kunnen deze metalen in de bodem terechtkomen en een gevaar vormen voor de volksgezondheid. Om het water weer schoon te krijgen, worden stoffen aan het water toegevoegd die de zware metalen binden. Daarna wordt het water gefiltreerd. Bij de productie van de bindende stoffen ontstaat veel verontreinigd afvalwater en het is duur.

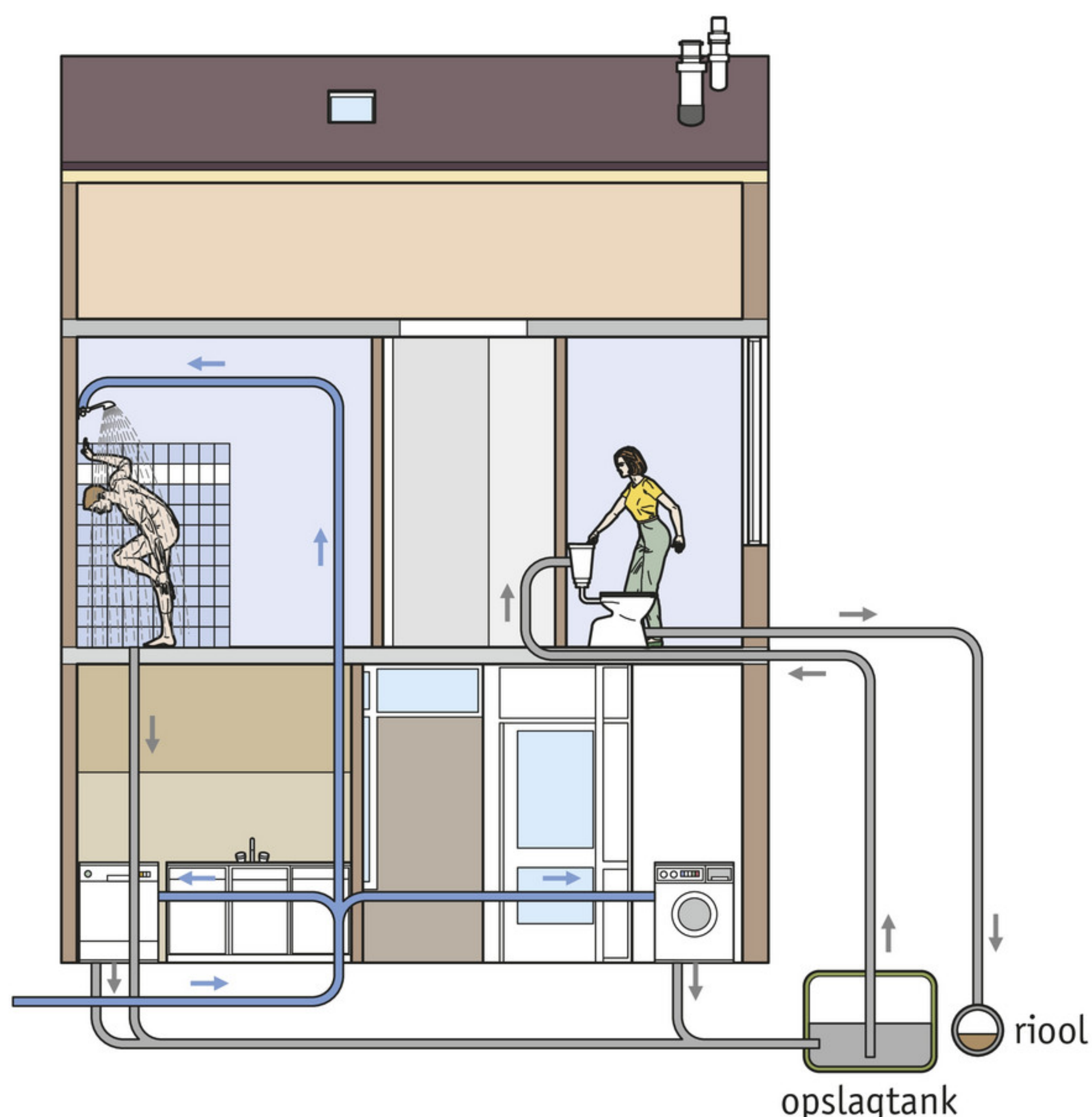
Wetenschapper Gustavo Castro heeft een betere en goedkopere oplossing: bananenschillen. Castro en zijn collega's wisten dat bananenschillen ook stoffen bevatten die metalen kunnen binden. Zij droogden bananenschillen en legden ze in water met zware metalen. Ook bouwden ze een waterfilter van

bananenschillen en persten het verontreinigde water erdoorheen. In beide gevallen werd het metaal uit het water verwijderd. De bananen bleken dat zelfs beter te doen dan de stoffen die op dit moment gebruikt worden om water te reinigen. Braziliaanse onderzoekers van de Universiteit van São Paulo hebben in 2013 vastgesteld dat ook water dat door pesticide is vervuild, met behulp van bananenschillen kan worden gereinigd.

Naar: Scientias, 14 maart 2011 en Trouw, 10 mei 2013.



▼ Afb. 81 Een huis waarin grijs water wordt gebruikt.



WATERVERONTREINIGING IN EN ROND HET HUIS

In alle Nederlandse huishoudens ontstaat verontreinigd water. Met z'n allen spoelen we grote hoeveelheden ontlasting, urine, wc-papier en schoonmaakmiddelen door de afvoer. Je noemt dit **huishoudelijk afvalwater**. Ieder huishouden loost per dag bijna vierhonderd liter huishoudelijk afvalwater op het riool.

We gebruiken vrijwel altijd schoon drinkwater, terwijl je ook grijs water zou kunnen gebruiken. **Grijs water** is de naam voor licht verontreinigd afvalwater dat afkomstig is van bijvoorbeeld douche, wasmachine en keuken. De naam 'grijs' verwijst naar de kleur die het water heeft door de zeepresten die erin zitten. Dit water is prima te gebruiken om het toilet door te spoelen. In afbeelding 81 zie je een huis waarin grijs water wordt gebruikt.

VERVUILING VAN DE BODEM

Door bodemvervuiling zijn op veel plaatsen giftige stoffen in de bodem terechtgekomen. Planten nemen via de wortels water met opgeloste stoffen op uit de bodem. Ze nemen niet alleen de stoffen op die ze nodig hebben voor hun groei, maar ook allerlei giftige stoffen. Zo komen de giftige stoffen in voedselketens terecht.

In Nederland is de bodem op ongeveer 175 000 plekken zo vuil dat deze moet worden schoongemaakt. De vervuiling is onder andere ontstaan doordat in het verleden afval van de chemische industrie op vuilnisplaatsen werd gestort. Een andere oorzaak van bodemverontreiniging is het verkeer. Vroeger werd aan alle benzine lood toegevoegd, dat via uitlaatgassen in de wegbermen terechtkwam. Tegenwoordig komt er minder lood in de bodem doordat vrijwel alle auto's op loodvrije benzine rijden. Toch zit in de bodem langs autowegen in verhouding nog veel lood.

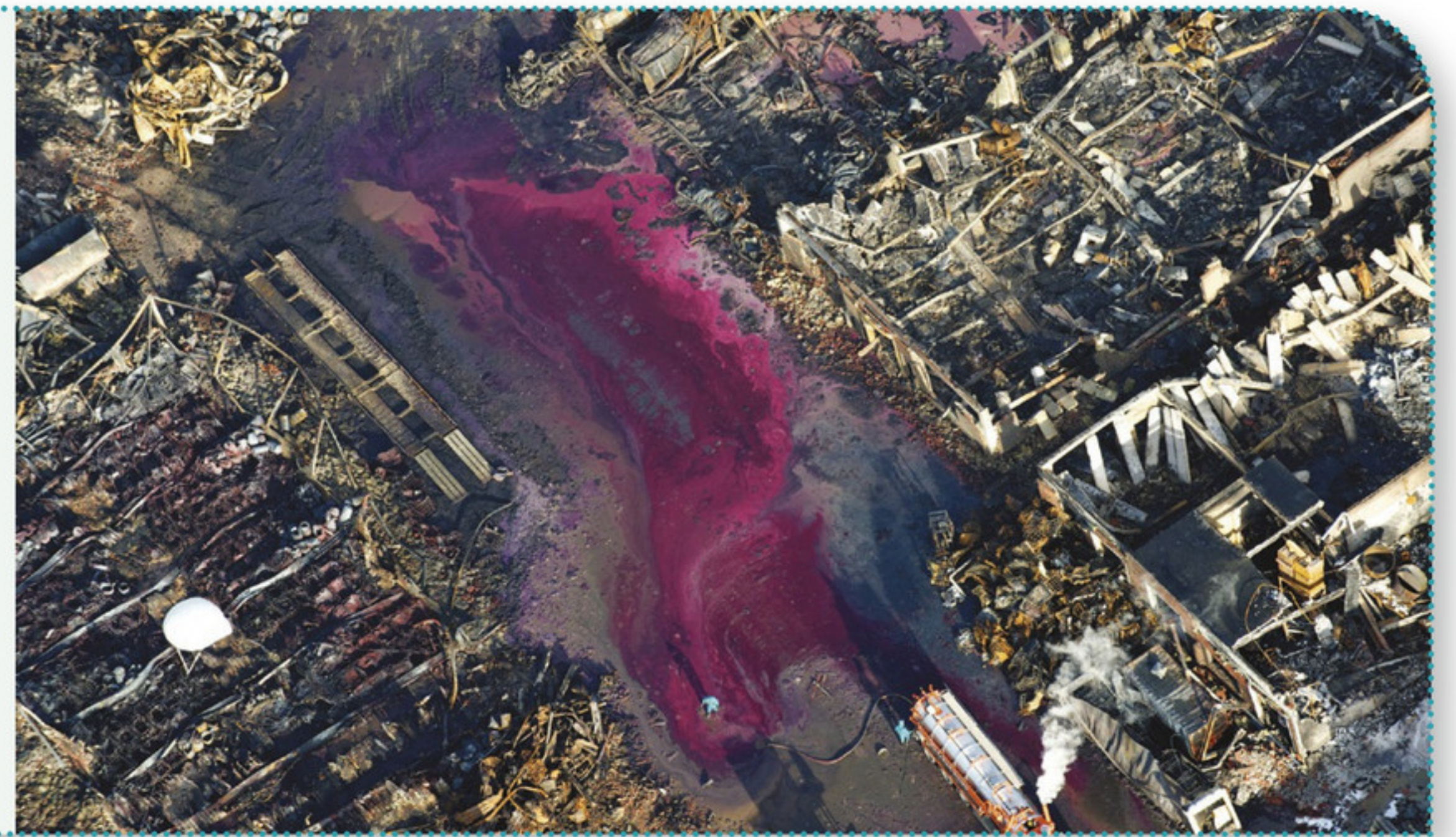
Regelmatig wordt ergens vervuilde grond schoongemaakt. Deze **bodemsanering** kost veel tijd en geld (zie afbeelding 82). Vaak wordt de grond afgegraven en chemisch gereinigd. Een goedkopere manier is biologische bodemsanering. Hierbij zetten bacteriën verontreinigingen om in onschadelijke stoffen.

WB OPDRACHT 41 T/M 43 BLZ. 109

▼ Afb. 82

Bodemsanering Chemie-Pack gaat vijf tot tien jaar duren

Bij een brand bij het bedrijf Chemie-Pack in Moerdijk zijn in 2011 enorme hoeveelheden giftige stoffen vrijgekomen en in de bodem beland. De bodemsanering is van start gegaan en zal vijf tot tien jaar gaan duren. De kosten zijn geraamd op ongeveer € 40.000.000,-.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet enkele voorbeelden kunnen noemen van manieren waarop de mens afhankelijk is van het milieu.

- Het milieu levert voedsel.
- Het milieu levert zuurstof.
- Het milieu levert water.
- Het milieu levert energie.
- Het milieu levert grondstoffen.
- Het milieu geeft plaats voor recreatie.

DOELSTELLING 2

Je moet kunnen aangeven hoe de mens het milieu kan veranderen. Ook moet je de voornaamste oorzaken en gevolgen van de milieuproblemen kunnen noemen. Je moet kunnen aangeven wat herintroductie is.

- De mens kan het milieu veranderen door:
 - stoffen aan het milieu te onttrekken, dit leidt tot uitputting;
 - stoffen aan het milieu toe te voegen, dit leidt tot vervuiling.
- Oorzaken van de milieuproblemen.
 - De enorme bevolkingstoename: er is steeds meer ruimte nodig voor woningen, vervoer en landbouw.
 - De veranderde manier van leven: er is nu veel (chemische) industrie, er zijn veel machines en apparaten en er is meer vervoer.
- Gevolgen van de milieuproblemen.
 - Door veel energieverbruik raken de energievoorraden uitgeput.
 - Door afvalstoffen wordt het milieu vervuild.
 - Doordat er steeds meer landbouwgrond komt, verdwijnen grote stukken natuur.
 - De biodiversiteit (de variatie aan soorten in de natuur) neemt af: veel soorten planten en dieren zijn uitgestorven of worden met uitsterven bedreigd.
- Herintroductie.
 - Herintroductie is het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.

DOELSTELLING 3

Je moet de belangrijkste energiebronnen kunnen noemen met hun voordelen en nadelen.

- Fossiele brandstoffen zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren.

- De energie in fossiele brandstoffen komt van de zon.
- Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt energie vrij.
- Aardgas, aardolie en steenkool zijn fossiele brandstoffen.
- Voordelen van fossiele brandstoffen.
 - Het winnen ervan is goedkoop.
 - Ze zijn gemakkelijk te verbruiken en te vervoeren.
- Nadelen van fossiele brandstoffen.
 - Bij de verbranding ontstaan koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
 - Koolstofdioxide is een oorzaak van de opwarming van de aarde.
 - Fossiele brandstoffen raken op den duur op.
- Kernenergie komt vrij bij het splitsen van atoomkernen van uranium.
 - Kernenergie wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken.
- Voordelen van kernenergie.
 - Er kan veel elektriciteit mee worden opgewekt.
 - Er ontstaat geen luchtverontreiniging.
 - Er ontstaat geen koolstofdioxide.
- Nadelen van kernenergie.
 - Er ontstaat radioactief afval.
 - Bij een ongeluk kan veel radioactieve straling vrijkomen.
- Duurzame energie.
 - Biomassa kan als brandstof worden verbruikt.
 - Uit planten kunnen biobrandstoffen worden gemaakt (bijv. alcohol, biodiesel).
 - Windenergie kan worden gebruikt door windmolens.
 - Zonne-energie kan worden gebruikt door zonneboilers en zonnepanelen.
 - Waterkracht kan worden gebruikt door een stuwdam te bouwen.
- Voordelen van duurzame energie.
 - De energiebronnen raken niet op.
 - De energiebronnen veroorzaken veel minder milieuvervuiling.
 - Bij de verbranding van biomassa en biobrandstoffen komt er geen extra koolstofdioxide in de lucht.
- Nadelen van duurzame energie.
 - Om gewassen voor biobrandstoffen te verbouwen is veel landbouwgrond nodig.
 - Er is niet altijd genoeg zon en wind om voldoende energie op te wekken.

- Sommige mensen vinden windmolens horizonvervuiling.
- Door de aanleg van een waterkrachtcentrale (met een stuwmeer) verandert het milieu sterk.
- Nederland is erg vlak, waardoor er maar weinig energie uit waterkracht kan worden opgewekt.

DOELSTELLING 4

Je moet kunnen beschrijven wat het broeikaseffect is en hoe het broeikaseffect wordt versterkt.

- Broeikaseffect: een deel van de warmte-uitstraling van de aarde wordt tegengehouden door gasen in de dampkring (atmosfeer).
 - Zonder dit broeikaseffect zou de temperatuur op aarde ruim 30 °C lager zijn.
 - De belangrijkste broeikasgassen zijn koolstofdioxide en waterdamp.
- Versterkt broeikaseffect: doordat er meer broeikasgassen aan de dampkring worden afgegeven, wordt het broeikaseffect groter.
 - Door toenemend energieverbruik worden steeds meer steenkool, aardolie, benzine en aardgas verbrand. Daardoor komt er steeds meer koolstofdioxide in de lucht.

DOELSTELLING 5

Je moet de oorzaak en de gevolgen van de klimaatverandering kunnen noemen.

- Klimaatverandering: verandering van het weertype gedurende een periode van meerdere jaren.
- Oorzaak van de klimaatverandering: het versterkte broeikaseffect, waardoor de temperatuur op aarde stijgt.
- Gevolgen van de klimaatverandering.
 - Stijging van de zeespiegel, doordat het zeewater uitzet door opwarming en doordat een deel van het poolijs en het ijs van gletsjers zal smelten. Hierdoor kunnen laaggelegen gebieden overstroomd.
 - Door droogte zullen woestijnen groter worden.
 - In sommige gebieden wordt landbouw onmogelijk, terwijl andere gebieden juist geschikt worden voor de landbouw.
 - Bepaalde planten en dieren verdwijnen, terwijl andere soorten juist verschijnen.
 - Ontregeling van het jaarritme van soorten: sommige soorten verschijnen eerder in het jaar, andere soorten niet. Hierdoor kunnen voedselketens worden verstoord.
 - Sommige ziekten komen vaker voor, bijvoorbeeld de ziekte van Lyme.

DOELSTELLING 6

Je moet kunnen beschrijven welke invloed ozon in de dampkring heeft op het leven op aarde. Ook moet je de oorzaken en gevolgen kunnen noemen van de aantasting van de ozonlaag en van zomersmog.

- De dampkring bestaat uit de troposfeer en de stratosfeer.
 - Troposfeer: de dampkring tot 12 km hoogte.
 - Stratosfeer: de dampkring van 12 km tot 50 km hoogte.
- Ozon is een gas dat uit zuurstof kan ontstaan.
 - Ozonlaag: een laag in de stratosfeer met veel ozon.
 - De ozonlaag houdt een groot deel van de schadelijke ultraviolette straling van het zonlicht tegen.
- Oorzaak van de aantasting van de ozonlaag: afgifte van cfk's (chloorfluorkoolwaterstoffen) aan de lucht.
 - Cfk's uit koелеlementen van oude koel- en vrieskasten.
 - Cfk's uit spuitbussen.
- Gevolg van aantasting van de ozonlaag.
 - Toename van huidkanker, doordat meer ultraviolette straling doordringt tot de aarde.
- Rook en uitlaatgassen kunnen smog en verzuring veroorzaken.
 - Smog is een soort mist die door rook en uitlaatgassen sterk vervuild is.
- Er wordt onderscheid gemaakt tussen zomersmog en wintersmog.
- Zomersmog is een met fijnstof, verzurende gasen en ozon vervuilde mist.
- Oorzaak van zomersmog.
 - Bij warm weer reageren verbrandingsproducten van fossiele brandstoffen onder invloed van zonlicht met elkaar, waarbij ozon ontstaat.
- Gevolgen van zomersmog.
 - Irritatie van de slijmvliezen van de luchtwegen.
 - De ozon in zomersmog versterkt het broeikaseffect.
- Wintersmog is een met fijnstof vervuilde mist.
- Oorzaak van wintersmog.
 - Bij koud weer worden huizen en gebouwen verwarmd door verbranding van fossiele brandstoffen, waarbij fijnstof ontstaat.
- Fijnstof bestaat uit in de lucht zwevende deeltjes van verschillende oorsprong en grootte.
- Bronnen van fijnstof.
 - de natuur.
 - menselijke activiteiten (verkeer en industrie): uitlaatgassen, houtkachels, barbecues en vuurwerk.

- Gevolgen van fijnstof.
 - Fijnstof draagt bij aan het ontstaan van hart- en vaatziekten en longziekten.
De kleinste deeltjes zijn hierbij schadelijker, doordat ze dieper in de longen doordringen.
- Verzuring van het milieu ontstaat door verbranding van fossiele brandstoffen.
 - Gevolg: planten kunnen ziek worden en doodgaan.
- Maatregelen om de lucht schoon te houden.
 - Auto's worden voorzien van katalysatoren, waardoor er minder verzurende gassen in de lucht komen.
 - Rookgassen van fabrieken worden gezuiverd, waardoor er minder fijnstof in de lucht komt.
 - In de pluimveehouderij wordt fijnstof uit de lucht gehaald door waterwassers.

DOELSTELLING 7

Je moet biologisch afbreekbaar en niet-biologisch afbreekbaar afval kunnen onderscheiden.

- Biologisch afbreekbaar afval: afval dat door reducenten (bacteriën en schimmels) kan worden afgebroken.
 - Afvalresten van planten, dieren of mensen.
 - Afval van producten gemaakt van delen van planten of dieren.
 - Voorbeelden: bladeren, uitwerpselen, fruitschillen, broodkorsten, papier.
- Niet-biologisch afbreekbaar afval: afval dat niet door reducenten kan worden afgebroken.
 - Afval van producten gemaakt van glas, metaal, steen of kunststoffen (bijvoorbeeld plastic, nylon of piepschuim).
 - Alleen de mens zorgt voor niet-biologisch afbreekbaar afval.
 - Voorbeelden: wijnflessen, batterijen, steenpuin, shampooflessen.

DOELSTELLING 8

Je moet manieren van gescheiden afvalinzameling en van afvalverwerking kunnen noemen.

- Gescheiden inzameling van afval maakt milieuvriendelijke verwerking mogelijk.
 - Groente-, fruit- en tuinafval in een gft-container.
 - Papier en karton in speciale afvalcontainers/papierbakken of bij verenigingen die het ophalen.
 - Glas, blik, plastic, kunststof flessen en textiel in speciale bakken of containers.
 - Klein chemisch afval (kca) bij de milieustraat of bij bedrijven.

- Gescheiden afval kan worden verbrand, gestort of gebruikt voor nuttige toepassingen.
 - Vormen van verwerking voor nuttige toepassingen zijn recyclen, hergebruik en composteren.
- Recycling: afvalproducten gebruiken als grondstoffen voor nieuwe producten (glas, papier, blik, plastic en andere kunststoffen).
 - Milieuvriendelijk door besparing van grondstoffen.
- Composteren: reducenten breken gft-afval af tot compost.
 - Compost wordt gebruikt als mest voor de tuin.
 - Milieuvriendelijk doordat voedingsstoffen uit gft-afval weer bij planten terechtkomen.
- Afvalverwerking door verbranden in verbrandingsovens.
 - Voordelen: kost weinig ruimte en er kan elektriciteit mee worden opgewekt.
- Afvalverwerking door storten op een vuilnisbelt.
 - Voordelen: gemakkelijk en goedkoop.
 - Nadelen: veroorzaakt stank en trekt ongedierte aan.

DOELSTELLING 9

Je moet kunnen aangeven wat landbouw is en de (intensieve) landbouw in Nederland kunnen beschrijven.

- Landbouw: de activiteiten waarbij het natuurlijke milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik.
- Drie soorten landbouw: akkerbouw, veeteelt, tuinbouw.
- Combinatie (of gemengde) bedrijven: bedrijven met zowel akkerbouw als veeteelt.
- Voedingsgewassen: planten die in de landbouw en tuinbouw worden verbouwd.
- Landbouwhuisdieren: dieren die in de veeteelt worden gehouden.
- Graasbedrijf: bedrijf met koeien, schapen, geiten of paarden.
- Kenmerken van de akkerbouw.
 - Grote bedrijven met veel grond.
 - De voedingsgewassen worden verbouwd in monoculturen.
 - Monocultuur: een grote akker waarop maar één soort gewas wordt verbouwd.
- Voordelen van monoculturen.
 - Er kunnen grote machines worden gebruikt om de bodem te bewerken en te oogsten.
Hierdoor kunnen de gewassen goedkoop worden verbouwd.

- Nadelen van monoculturen.
 - Er is veel kans op insectenplagen en op ziekten van de gewassen. Hiertegen worden chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt.
 - Chemische gewasbeschermingsmiddelen zijn giftige stoffen die schadelijke organismen doden.
 - De gewasbeschermingsmiddelen doden vaak ook nuttige organismen.
 - Het gevaar bestaat dat gewasbeschermingsmiddelen in ons drinkwater terechtkomen.
 - De bodem raakt snel uitgeput. Daarom wordt er veel organische mest (afkomstig van organismen) en kunstmest gebruikt. Kunstmest kan in ons drinkwater terechtkomen.
- Kenmerken van de intensieve veehouderij (bio-industrie).
 - Veevoer wordt niet zelf verbouwd, maar gekocht (70% van de grondstoffen voor de productie van veevoer komt uit het buitenland).
- Voordelen van de bio-industrie.
 - De bedrijven leveren veel op (vlees, melk of eieren).
- Nadelen van de bio-industrie.
 - De dieren hebben vaak geen prettig leven.
 - Er is meestal een mestoverschot.
 - Gassen uit de mest zorgen voor verzuring van het milieu en voor versterking van het broeikaseffect.
- Kenmerken van de tuinbouw.
 - Veel tuinbouw vindt plaats in kassen (glastuinbouw) in plaats van in de open grond.
 - In de kassen zijn gunstige omstandigheden: de gewassen krijgen precies genoeg water, voedingsstoffen, warmte en licht.
- Voordelen van de glastuinbouw.
 - De gewassen brengen zo veel mogelijk op.
 - Gewassen kunnen het hele jaar door worden verbouwd.
- Nadelen van de glastuinbouw.
 - Het verbouwen van de producten kost veel energie.
 - De koolstofdioxide die ontstaat bij de verbranding van aardgas zorgt voor versterking van het broeikaseffect.

DOELSTELLING 10

Je moet voordelen en nadelen van visserij en visteelt kunnen beschrijven en kunnen aangeven welk voordeel het eten van insecten heeft.

- Visserij: visvangst op open water (zee, meer of rivier).
 - Bijvangst: het onbedoeld vangen van vis. Bijvangst wordt vaak overboord gegooid. De vissen kunnen gewond of gedood worden.
- Overbevissing: door betere vangsttechnieken te veel vis in een bepaald gebied vangen.
 - Vangstquotum: de hoeveelheid vis van een bepaalde soort die een land mag vangen.
- Visteelt: kweken van vis in speciale bakken of kooien.
- Voordelen van insecten eten:
 - er is voor het kweken veel minder (landbouw) grond nodig;
 - er is minder voer nodig dan bij de gangbare veeteelt;
 - er komt minder mest vrij.

DOELSTELLING 11

Je moet de biologische landbouw kunnen beschrijven en de voordelen en nadelen ervan kunnen noemen.

- Kenmerken van de biologische landbouw.
 - Er zijn geen monoculturen.
 - Er wordt geen kunstmest gebruikt.
 - Er worden geen chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt (groenten en fruit zijn onbespoten).
 - Ziekten door bodemorganismen worden tegengegaan door vruchtwisseling: er wordt nooit twee jaar achter elkaar hetzelfde gewas op een bepaald stuk grond verbouwd.
 - De dieren hebben ruimte om los te lopen (scharrelkippen en scharrelvarkens).
- Voordelen van de biologische landbouw.
 - Er wordt rekening gehouden met het milieu.
 - De dieren hebben een beter leven.
- Nadeel van de biologische landbouw.
 - De producten zijn meestal iets duurder.

EXTRA DOELSTELLING 12

Je moet de kenmerken van chemische en biologische gewasbescherming kunnen noemen.

- Chemische gewasbescherming.
 - Door biociden: gewasbeschermingsmiddelen die organismen doden.
- Voordelen van chemische gewasbescherming.
 - Snel effect (ziekten en plagen kunnen goed worden bestreden).
- Nadelen van chemische gewasbescherming.
 - Veel biociden zijn niet selectief: ze doden veel soorten organismen, ook onschadelijke en nuttige soorten.

- Er treedt resistentie op: organismen die ongevoelig zijn voor een gewasbeschermingsmiddel (of voor de gebruikte hoeveelheid) blijven in leven en planten zich voort.
- Er treedt accumulatie op: in voedselketens hopen de biociden zich op, doordat ze niet of zeer langzaam biologisch worden afgebroken. Vooral in dieren die aan het eind van een voedselketen staan, hopen de gewasbeschermingsmiddelen zich op.
- Biologische gewasbescherming.
 - Door gebruik van natuurlijke vijanden: bijv. de bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.
 - Door lokken met geuren (bijv. sekslokstoffen) of geluiden: de gelokte dieren worden gedood of onvruchtbaar gemaakt.
 - Door vruchtwisseling.

EXTRA DOELSTELLING 13

Je moet oorzaken en gevolgen van de vervuiling van water en bodem kunnen noemen.

- De vervuiling van water in rivieren, zeeën en meren wordt veroorzaakt door huishoudens, fabrieken, land- en tuinbouw en scheepvaart.
 - Huishoudelijk afvalwater bevat onder andere ontlasting, urine, wc-papier en schoonmaakmiddelen.
 - Grijs water is licht verontreinigd huishoudelijk afvalwater afkomstig van douche, wasmachine en keuken.
 - Grijs water kan worden gebruikt om het toilet door te spoelen.
 - Afvalwater van fabrieken kan zware metalen bevatten.
 - Afvalwater van land- en tuinbouw kan chemische gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest bevatten.
- Rioolwater bestaat uit regenwater en huishoudelijk afvalwater en wordt gezuiverd in rioolwaterzuiveringsinstallaties.
- De vervuiling van de bodem wordt veroorzaakt door menselijk gedrag, de industrie, verkeer en de landbouw.
 - Bodemsanering: het schoonmaken van de bodem.
 - Biologische bodemsanering: bacteriën zetten verontreinigingen in de grond om in onschadelijke stoffen. Dit is een goedkoper manier.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het aflezen en/of maken van diagrammen.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en afbeeldingen.
- Je hebt geoefend in het uitvoeren van onderzoek.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het maken van een voedselpiramide.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en afbeeldingen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een toxicologisch analist en een milieutechnoloog. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Sophie zegt dat de mens voor grondstoffen afhankelijk is van het milieu.
Annemijn zegt dat het milieu belangrijk is als plaats voor recreatie.
Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Beiden hebben gelijk.
 - B Alleen Sophie heeft gelijk.
 - C Alleen Annemijn heeft gelijk.
 - D Sophie en Annemijn hebben geen van beiden gelijk.

- 2 Hierna staan drie manieren waarop de mens afhankelijk is van het milieu.
 - 1 Het milieu levert voedsel.
 - 2 Het milieu levert water.
 - 3 Het milieu levert zuurstof.
 Bij welke van deze manieren speelt fotosynthese een directe rol?
 - A Alleen bij 1 en 2.
 - B Alleen bij 1 en 3.
 - C Alleen bij 2 en 3.
 - D Bij 1, 2 en 3.

DOELSTELLING 2

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De milieuproblemen hebben als enige oorzaak de groei van de chemische industrie.
- 2 De enorme bevolkingstoename heeft bijgedragen aan het ontstaan van milieuproblemen.
- 3 In afbeelding 83 is een belangrijk milieuprobleem weergegeven.
- 4 Doordat er steeds meer landbouwgrond komt, is veel natuur verdwenen.
- 5 In de afgelopen honderd jaar is de biodiversiteit in Nederland toegenomen.
- 6 Biodiversiteit neem toe door stoffen aan het milieu toe te voegen.
- 7 De wolf is via een herintroductieprogramma weer terug in Nederland (zie afbeelding 84).

▼ Afb. 83



▼ Afb. 84



DOELSTELLING 3

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In het artikel van afbeelding 85 staat dat CH Energy fossiele brandstoffen uit bijvoorbeeld oud frituurvet gaat maken.
Leg uit dat dit onjuist is.

▼ Afb. 85

Bedrijf maakt benzine uit oud frituurvet

Het bedrijf CH Energy gaat in Wijster fossiele brandstoffen zoals benzine, kerosine en diesel maken uit bijvoorbeeld oud frituurvet. Later wordt het wellicht ook mogelijk autobanden en plastics als grondstof te gebruiken.

In afbeelding 86 staat een artikel over waterstof. De vragen 2 en 3 gaan over dit artikel.

- 2 Is waterstof altijd een duurzame energiebron? Leg je antwoord uit.
- 3 Welke duurzame energiebron wordt in Nederland vooral gebruikt om elektriciteit op te wekken?

▼ Afb. 86

Bussen op waterstof

Waterstof kan worden gebruikt als brandstof voor bussen. Bij de verbranding van waterstof ontstaat alleen water en geen koolstofdioxide. Bij de productie van waterstof komt meestal wel koolstofdioxide vrij. Waterstof kan onder andere worden gemaakt uit fossiele brandstoffen, uit biomassa of met duurzaam opgewekte elektriciteit.

Bussen kunnen ook alleen op elektriciteit rijden. Doordat de accu's hiervoor erg zwaar zijn, kost het rijden meer energie. De accu's raken ook snel leeg en het duurt lang voordat ze weer zijn opgeladen. Bij het gebruik van waterstof zijn geen accu's nodig.



- 4 In afbeelding 87 staat een artikel over biobrandstof. Wat is het grote nadeel van de eerste generatie biobrandstoffen?
- 5 Waardoor concurreert de tweede generatie biobrandstoffen niet met voedsel?
- 6 Waarvan is de energie in biobrandstof uiteindelijk afkomstig?
- 7 Via welk proces is deze energie in planten terechtgekomen?
- 8 Bij de verbranding van biobrandstof komt ook koolstofdioxide vrij. Waardoor dragen biobrandstoffen toch niet bij aan de opwarming van de aarde?

▼ Afb. 87

Biobrandstof

Planten maken allerlei stoffen die na bewerking in de brandstoftank van een auto kunnen worden gestopt. Bij de eerste generatie biobrandstoffen voegt Brazilië bijvoorbeeld alcohol uit suikerriet aan de benzine toe, de Verenigde Staten alcohol uit maïs en Zweden alcohol uit graan.

Tegenwoordig gebruikt men ook tweede generatie biobrandstoffen. Daarbij worden niet alleen suikerachtige bestanddelen van planten in alcohol omgezet, maar ook houtachtige.

DOELSTELLING 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Welke van de onderstaande veranderingen in de dampkring is volgens veel wetenschappers verantwoordelijk voor het versterkte broeikaseffect?
 - A Een afname van het koolstofdioxidegehalte.
 - B Een toename van het koolstofdioxidegehalte.
 - C Een toename van het ozongehalte.
 - D Een toename van de verdamping van water.
- 2 Op welke manier zorgen broeikasgassen voor het broeikaseffect?
 - A Broeikasgassen houden een deel van de gassen tegen die vrijkomen bij de verbranding van brandstoffen.
 - B Broeikasgassen houden een deel van de gassen tegen die vrijkomen bij fotosynthese.
 - C Broeikasgassen houden een deel van de warmte-uitstraling van de aarde tegen.
 - D Broeikasgassen houden een deel van de zonnestraling tegen die op de aarde valt.
- 3 Hieronder staan twee beweringen over klimaatverandering.
 - 1 Door een hogere gemiddelde temperatuur zijn koude gebieden minder geschikt voor landbouw.
 - 2 Door langere droge perioden breiden woestijnen zich uit.
 Welke van deze beweringen is (zijn) juist?
 - A De beweringen zijn beide onjuist.
 - B Alleen bewering 1.
 - C Alleen bewering 2.
 - D De beweringen zijn beide juist.

▼ Afb. 88

Bedrijven Indonesië verdacht om branden

In Indonesië worden acht plantagebedrijven verdacht van illegale ontbossing door brandstichting om land beschikbaar te maken voor de palmolie-industrie.

De branden, die al enkele dagen duren, veroorzaken een enorme luchtvervuiling in de buurlanden Singapore en Maleisië. Daar is de kwaliteit van de lucht gedaald tot het niveau 'ongezond'.

- 4 Afbeelding 88 is een krantenartikel over bosbranden in Indonesië.

Zorgen deze bosbranden voor een afname of voor een toename van het broeikaseffect? En voor een afname of voor een toename van fijnstof?

- A Voor een afname van het broeikaseffect en een afname van fijnstof.
- B Voor een afname van het broeikaseffect en een toename van fijnstof.
- C Voor een toename van het broeikaseffect en een afname van fijnstof.
- D Voor een toename van het broeikaseffect en een toename van fijnstof.

- 5 In het diagram van afbeelding 89 is de verandering van het koolstofdioxidegehalte in de dampkring weergegeven voor de periode 1960–2010.

Welk gevolg heeft deze verandering voor het broeikaseffect gehad? En voor de gemiddelde temperatuur op aarde?

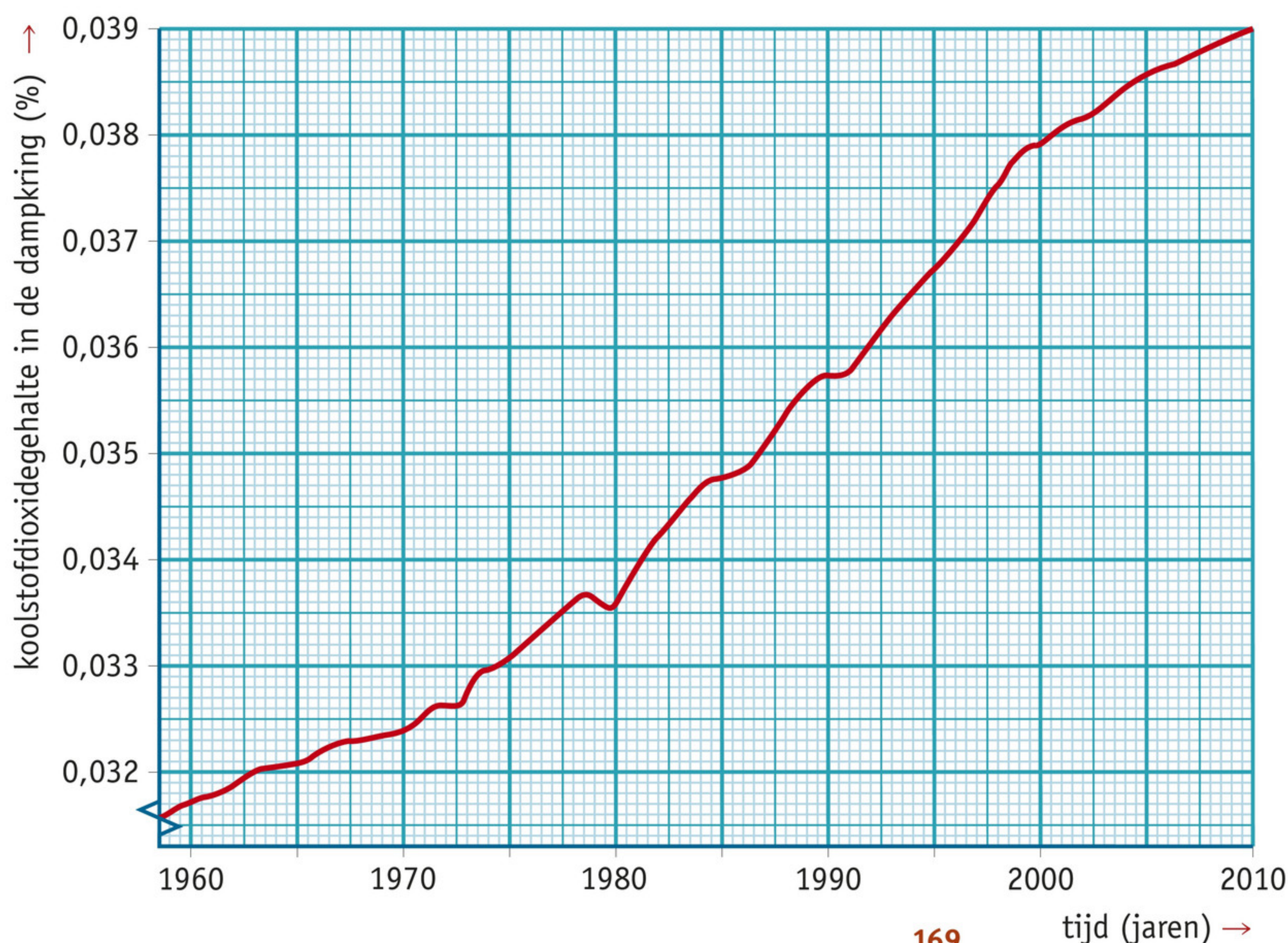
- A Het broeikaseffect is daardoor afgenomen en de gemiddelde temperatuur ook.
- B Het broeikaseffect is daardoor afgenomen, maar de gemiddelde temperatuur is toegenomen.
- C Het broeikaseffect is daardoor toegenomen en de gemiddelde temperatuur ook.
- D Het broeikaseffect is daardoor toegenomen, maar de gemiddelde temperatuur is afgenomen.

DOELSTELLING 5

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

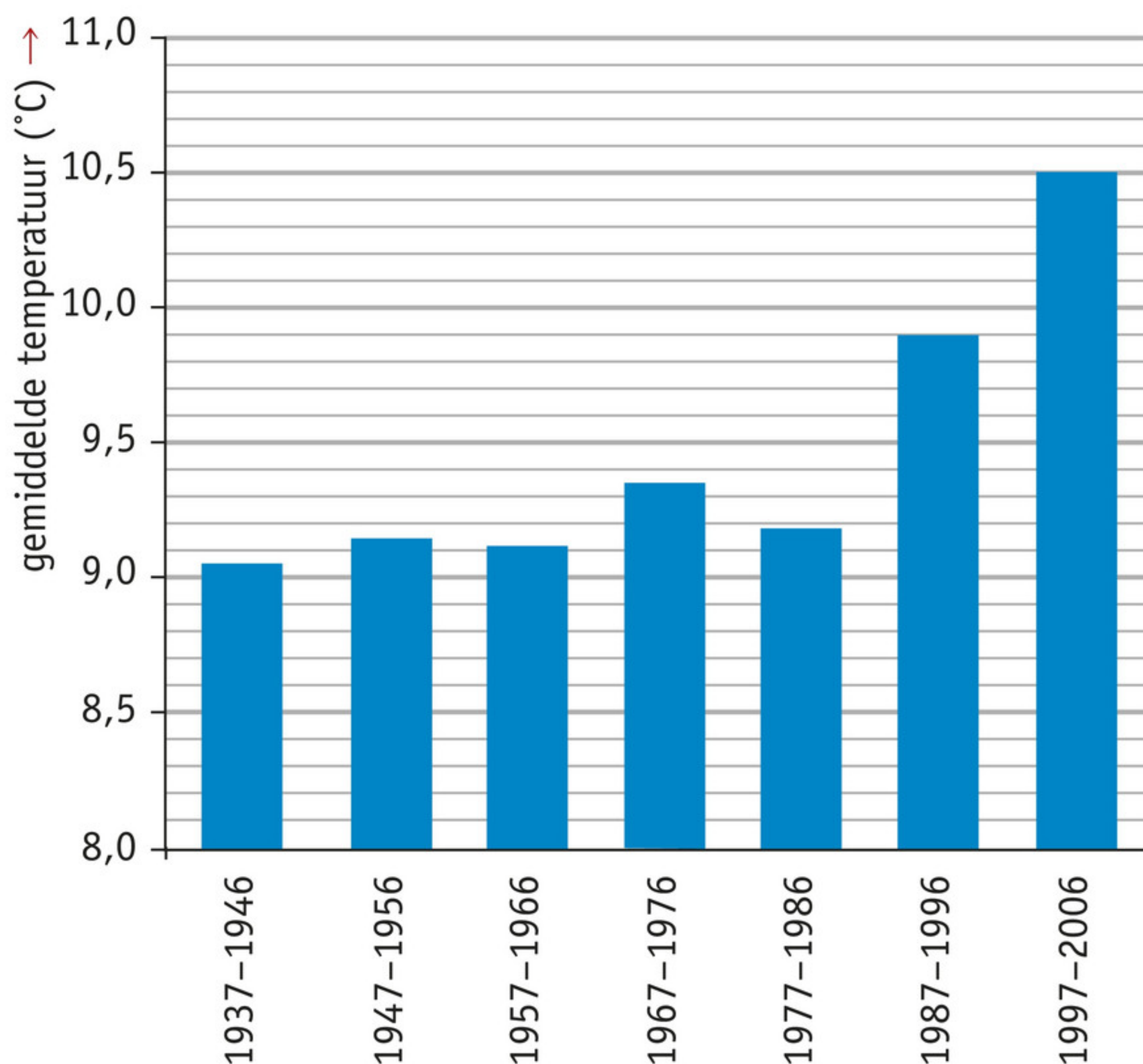
- 1 Uit afbeelding 90 blijkt dat we in Nederland te maken hebben met klimaatverandering.
- 2 Uit de stijging van de zeespiegel blijkt dat we te maken hebben met klimaatverandering.
- 3 Door het versterkte broeikaseffect daalt de gemiddelde temperatuur op aarde.
- 4 Dat woestijnen groter worden, wordt veroorzaakt door de klimaatverandering.
- 5 Door de klimaatverandering worden sommige gebieden geschikter voor de landbouw.
- 6 Door de klimaatverandering is het moment waarop vogels eieren leggen beter afgestemd op het beschikbare voedselaanbod.

▼ Afb. 89 Verandering van het koolstofdioxidegehalte in de dampkring.



- 7 Door de klimaatverandering komen in Nederland sommige ziekten vaker voor.

▼ **Afb. 90** De gemiddelde temperatuur in De Bilt over perioden van tien jaar.



Afbeelding 91 is een artikel over de wespenspin. Uit dit artikel blijkt dat deze spin steeds verder naar het noorden oprukt.

- 8 Het oprukken naar het noorden van de wespenspin kan het gevolg zijn van de klimaatverandering.

▼ **Afb. 91**

Wespenspin

Een van de soorten in Europa die zich naar het noorden uitbreidt, is de wespenspin of tijgerspin. Deze spin is in 1980 voor het eerst aangetroffen aan de Gulp in Zuid-Limburg.

Sinds die tijd rukt hij steeds verder naar het noorden op. Op dit moment komt de spin vooral voor in Limburg, Oost-Brabant en Gelderland. Maar uit alle andere provincies zijn inmiddels ook enkele waarnemingen bekend.

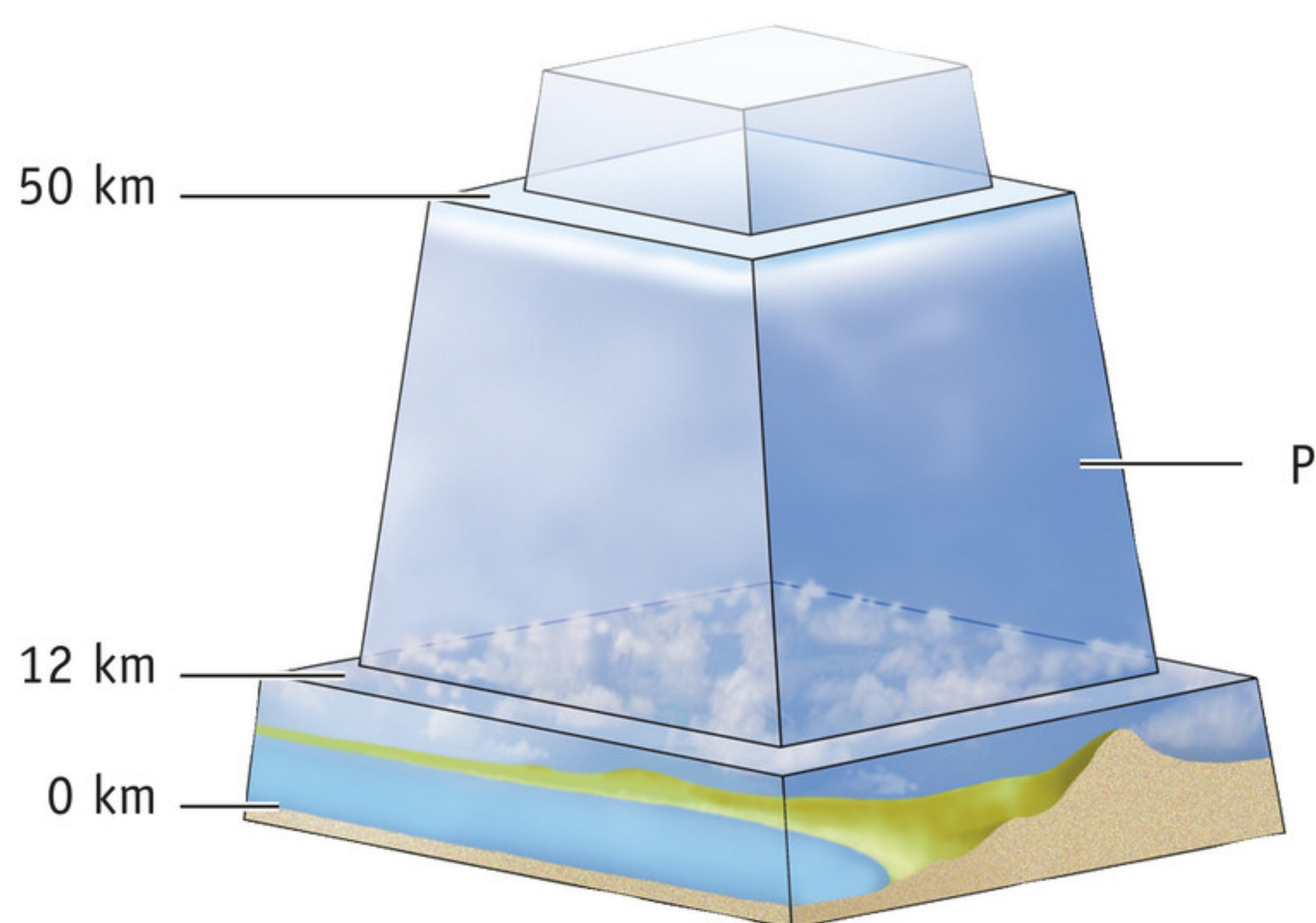


DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 92 is de dampkring schematisch weergegeven. Is met P de troposfeer of de stratosfeer aangegeven? Komt bij P ozon voor?
- A Met P is de stratosfeer aangegeven; daar komt ozon voor.
 - B Met P is de stratosfeer aangegeven; daar komt geen ozon voor.
 - C Met P is de troposfeer aangegeven; daar komt ozon voor.
 - D Met P is de troposfeer aangegeven; daar komt geen ozon voor.

▼ **Afb. 92**



- 2 Uit welk gas ontstaat ozon in de ozonlaag?
- A Uit ammoniak.
 - B Uit koolstofdioxide.
 - C Uit waterdamp.
 - D Uit zuurstof.
- 3 Twee leerlingen doen een uitspraak over ozon. Ondel zegt dat aantasting van de ozonlaag de kans op huidkanker vergroot. Willem zegt dat de ozon in zomersmog het broeikaseffect versterkt. Wie heeft (hebben) gelijk?
- A Ondel en Willem hebben geen van beiden gelijk.
 - B Alleen Ondel heeft gelijk.
 - C Alleen Willem heeft gelijk.
 - D Beiden hebben gelijk.
- 4 Bij welke weersomstandigheden is de kans op smog het grootst?
- A Bij koud weer.
 - B Bij regenachtig weer.
 - C Bij windstil weer.
 - D Bij stormachtig weer.

- 5** Welke maatregelen van de overheid hebben bijgedragen aan een schonere lucht?
- A** Katalysatoren in uitlaten van auto's en afzuigen van schoorstenen.
 - B** Katalysatoren in uitlaten van auto's en filters in schoorstenen.
 - C** Katalysatoren in uitlaten van auto's en plaatsen van filters in de pluimveehouderij.
 - D** Katalysatoren in uitlaten van auto's en wassen van de lucht in schoorstenen.

DOELSTELLING 7

Op het scoreblad staat een schema met twee soorten afval.

Beantwoord de volgende vragen door een kruisje te zetten in de juiste kolom.

- 1** Welk afval kan door bacteriën en schimmels worden afgebroken?
- 2** Welk afval is alleen van de mens afkomstig?
- 3** Tot welk soort afval behoort een autowrak?
- 4** Tot welk soort afval behoort een hondendrol?
- 5** Tot welk soort afval behoort een afgevalen boomtak?
- 6** Tot welk soort afval behoort het afval van afbeelding 93?

▼ **Afb. 93**



- 7** Tot welk soort afval behoort het afval van afbeelding 94?

▼ Afb. 94



- 8** Tot welk soort afval behoort het afval van afbeelding 95?

▼ **Afb. 95**



DOELSTELLING 8

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1** De bakken van afbeelding 96 dienen voor gescheiden afvalinzameling.

▼ **Afb. 96**



- 2** Het afval van afbeelding 97 hoort in de gft-container.

▼ **Afb. 97**



- 3 Het afval van afbeelding 98 kun je inleveren bij de milieustraat.
- 4 Bij recycling van glas spelen reducenten een belangrijke rol.
- 5 Een gemakkelijke en goedkope manier van afvalverwerking is het afval storten op een vuilnisbelt.
- 6 Door afval te composteren kan elektriciteit worden opgewekt.
- 7 Door afval te verbranden in verbrandingsovens ontstaan verbrandingsproducten die kunnen worden gebruikt als mest voor de tuin.

▼ Afb. 98



DOELSTELLING 9

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 In afbeelding 99 is een voorbeeld van een monocultuur te zien.
- 2 Monoculturen verkleinen de kans op insectenplagen.
- 3 Op grote akkerbouwbedrijven wordt voornamelijk stalmest gebruikt om het land te bemesten.

▼ Afb. 99



- 4 Bemesten van landbouwgrond met kunstmest kan leiden tot watervervuiling.
- 5 Door de bio-industrie is de voedselproductie in Nederland verhoogd.
- 6 In de intensieve veehouderij wordt een groot deel van de grond gebruikt om veevoer te verbouwen.

▼ Afb. 100



- 7 Afbeelding 100 geeft weer op welke manier kippen in de bio-industrie worden gehouden.
- 8 Door de glastuinbouw kunnen we veel groenten het hele jaar door kopen.
- 9 Het telen van kasgroenten kost minder energie dan het telen van groenten in de open grond.
- 10 Door de felle lampen in kassen groeien de gewassen goed (zie afbeelding 101).

▼ Afb. 101



- 11 Chemische gewasbeschermingsmiddelen doden alleen de schadelijke insecten.
- 12 In de bio-industrie is er meestal geen mestoverschot.

DOELSTELLING 10

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Waar komt bijvangst voor, bij de visserij of bij de visteelt? Leg je antwoord kort uit.
- 2 Wat is de belangrijkste oorzaak van overbevissing? Leg je antwoord uit.

- 3 Wat is een belangrijke vangstbeperkende maatregel?
Leg ook kort uit wat die maatregel inhoudt.
- 4 In afbeelding 102 staat een artikel over de yellowtail kingfish.
Waardoor is deze vis geschikt voor de kweek?

▼ Afb. 102

Ideale kweekvis

De yellowtail kingfish lijkt op tonijn en zwaardvis en blijkt ideaal voor de kweek: hij is sterk, stressbestendig en groeit snel. De zoutwatervis leeft bovendien in scholen en is eraan gewend om met veel vissen in een kleine ruimte te leven. Onder leiding van de Wageningen Universiteit wordt bekeken hoe de vis in Nederland duurzaam gekweekt kan worden. Dát de vis in Nederland wordt gekweekt, is al een hele verduurzaming. Nu wordt de vis nog geïmporteerd uit Australië, met alle gevolgen voor het milieu van dien.



- 5 Leg uit waarom het kweken van de yellowtail kingfish duurzaam is.
- 6 Insecten zijn een goede bron van eiwit.
Noteer nog drie andere voordelen van insecten eten.

DOELSTELLING 11

Beantwoord de volgende vragen,

- 1 Leg uit wat vruchtwisseling is.
- 2 Leg uit waarom biologisch vlees meestal iets duurder is dan gewoon vlees (zie afbeelding 103).
- 3 In een krantenartikel staat het volgende over biologische bloembollen: 'Een aantal tuinders is overgestapt op biologische teelt van bloembollen. Het assortiment bestaat uit zo'n vijftig verschillende soorten hyacinten, krokussen, lelies, narcissen en tulpen.'
Wat voor gewasbeschermingsmiddelen gebruiken deze tuinders voor hun bloemen?

▼ Afb. 103



- 4 In afbeelding 104 staat een artikel over vruchtwisseling.
Leg uit waarom een vierjarige vruchtwisseling minder goed is dan een zesjarige vruchtwisseling.

▼ Afb. 104

Zesjarige vruchtwisseling

Het is verstandig om een zesjarig plan aan te houden. Voordeel hiervan is dat de kans op bepaalde ziekten sterk verminderd is. Vierjarige vruchtwisseling is vaak net te weinig. Hieronder staat een schematische weergave van de juiste opvolging.

jaar 1:

knolgewassen
(wortel, ui)

jaar 4:

nachtschadegewassen
(aardappel, tomaat)

jaar 2:

vruchtgewassen
(komkommer, courgette)

jaar 5:

vlinderbloemige gewassen
(erwten en tuinbonen)

jaar 3:

bladgewassen
(sla, spinazie)

jaar 6:

kruisbloemige gewassen
(kool, radijs, rucola)

- 5 Waarom worden er in het vruchtwisselingsschema niet alleen verschillende soorten, maar ook verschillende groepen gewassen, zoals vruchtgewassen en bladgewassen, afgewisseld?

EXTRA DOELSTELLING 12

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Enkele kenmerken van biociden zijn:

- 1 ze hebben een snel effect;
- 2 ze zijn niet selectief;
- 3 er treedt accumulatie op.

Welk(e) van deze kenmerken behoort (behoren) tot de voordelen van chemische gewasbescherming bij een insectenplaag?

- A Alleen kenmerk 1.
- B Alleen de kenmerken 1 en 2.
- C Alleen de kenmerken 2 en 3.
- D De kenmerken 1, 2 en 3.

2 Nonnetjes zijn vlinders die voorkomen in de Nederlandse bossen (zie afbeelding 105). De larven van deze vlinders eten uitsluitend de naalden van bomen. Soms is de plaag zo groot dat de bomen kaal worden. De plaag wordt bestreden door sluipwespen te verspreiden in zo'n bos. Sluipwespen leggen eieren in de larven van nonnetjes. De sluipwesplarven uit deze eieren eten de larven van de nonnetjes van binnenuit op. Is dit een voorbeeld van biologische of van chemische gewasbescherming? Zal het aantal sluipwespen in de eerste weken afnemen of toenemen?

methode

*Aantal
sluipwespen
zal*

- | | |
|--------------------------------|-----------|
| A biologische gewasbescherming | afnemen. |
| B biologische gewasbescherming | toenemen. |
| C chemische gewasbescherming | afnemen. |
| D chemische gewasbescherming | toenemen. |

▼ Afb. 105



3 Een bepaald voedingsgewas wordt aangetast door een schimmel waardoor de voedselproductie minder wordt. Om de schimmel te bestrijden, wordt een chemisch middel gebruikt. Na enkele jaren treedt resistentie op.

Twee leerlingen doen hierover een uitspraak.

Issam zegt dat resistentie betekent dat het voedingsgewas ongevoelig is voor het chemische gewasbeschermingsmiddel.

Paola zegt dat resistentie betekent dat de schimmel ongevoelig is voor het chemische gewasbeschermingsmiddel.

Wie heeft (hebben) gelijk?

- A Issam en Paola hebben geen van beiden gelijk.
- B Alleen Issam heeft gelijk.
- C Alleen Paola heeft gelijk.
- D Beiden hebben gelijk.

4 In een bepaald gebied hadden aardappelplanten last van een plaag van coloradokevers (zie afbeelding 106). De kevers werden bestreden met een chemisch gewasbeschermingsmiddel. Dit gewasbeschermingsmiddel kan niet door organismen worden afgebroken. Een bioloog vergeleek 100 gram biomassa van aardappelplanten, coloradokevers, insectenetende vogels en roofvogels.

In welke van deze organismen zal zij de grootste hoeveelheid van dit gewasbeschermingsmiddel aantreffen?

- A In de aardappelplanten.
- B In de coloradokevers.
- C In de insectenetende vogels.
- D In de roofvogels.

▼ Afb. 106



Gebruik bij de vragen 5 en 6 afbeelding 107.

- 5 De bestrijding van de neushoornkevers met de schimmel is een vorm van gewasbescherming. Twee leerlingen doen hierover een uitspraak. Willemien zegt: 'Dit is geen biologische gewasbescherming, omdat de larve en niet de kever wordt gedood.'

Maxime zegt: 'Dit is geen biologische bestrijding, omdat een schimmel wordt gebruikt.'

Wie heeft (hebben) gelijk?

- A Willemien en Maxime hebben geen van beiden gelijk.
- B Alleen Maxime heeft gelijk.
- C Alleen Willemien heeft gelijk.
- D Beiden hebben gelijk.

▼ Afb. 107

Neushoornkevers in palmbomen

Voor neushoornkevers is kokos tegelijk ontbijt, lunch, diner, een dak boven het hoofd en de kraamafdeling voor larven. Een plaag voor de telers van kokosnoten. De neushoornkevers zijn ongeveer 10 cm lang en hebben een kenmerkende harde hoorn. Vier tot vijf keer per maand krijgen de dieren nakomelingen. Binnen een paar weken kunnen de kevers de opbrengst van een plantage met kokospalmen vernietigen.

Onderzoekers hebben een schimmel ontdekt die zo'n plaag kan tegengaan. De schimmel tast de keverlarven aan. Een groot gedeelte van de met schimmel besmette larven sterft binnen dertien dagen. Een plantage moet wel elk jaar opnieuw met de schimmel worden behandeld om de schade, aangericht door de kevers, te beperken. Kevers bestrijden met schimmel heeft als voordeel dat het milieu niet vervuild raakt.



- 6 Welke uitspraak hoort bij het bestrijden van plagen op een kokosplantage?

- A Bij biologische bescherming van palmbomen worden neushoornkevers gebruikt.
- B Bij traditionele bescherming van palmbomen worden geen chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt.
- C Schimmels gebruiken bij de bescherming van palmbomen is een biologische methode.
- D Schimmels gebruiken bij de bescherming van palmbomen is een traditionele methode.

EXTRA DOELSTELLING 13

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Anton zegt dat grijs water afkomstig is van onder andere de wasmachine. Carina zegt dat grijs water afkomstig is van de douche. Wie heeft (hebben) gelijk?
- 2 Welke milieuvervuilende stoffen bevat het afvalwater van land- en tuinbouw vaak?
- 3 Noteer twee belangrijke veroorzakers van vervuiling van de bodem.
- 4 Wat wordt bedoeld met biologische bodemsanering?
- 5 In de hengelsport worden loden balletjes gebruikt om de vislijnen te verzwaren. Het komt nogal eens voor dat deze loden balletjes in het water achterblijven. Lood kan in water oplossen. In een sloot waar veel wordt gevist, komen onder andere snoeken, stekelbaarsjes en watervlooien voor. In welke organismen zal de hoogste concentratie lood worden aangetroffen? Leg je antwoord uit.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

1 Zwerfafval

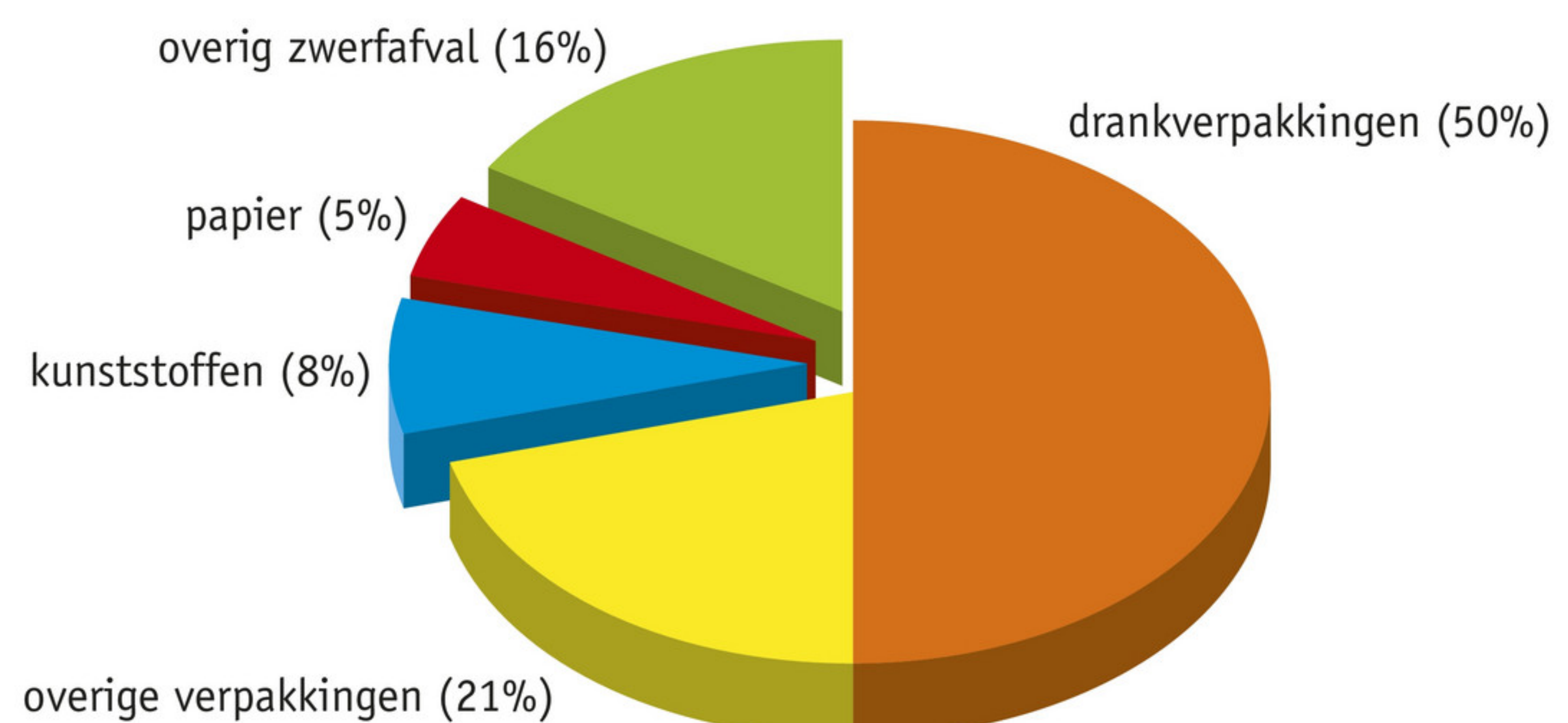
Afval dat zomaar buiten wordt weggegooid, wordt **zwerfafval** genoemd. Ook in en rondom jouw school tref je zwerfafval aan, soms wat meer, soms wat minder. Stichting Nederland Schoon heeft een meetmethode gemaakt waarmee je de mate van vervuiling met zwerfafval een cijfer kunt geven. In deze verrijkingstof ga je de mate van vervuiling in en rondom je school een cijfer geven. Ook ga je een deel van het afval opruimen. Je moet bij deze verrijkingstof in tweetallen werken.

Zwerfafval kan bestaan uit drankblikjes, drankflesjes, kranten, sigarettenpeuken, kauwgomresten, bananenschillen enzovoort (zie afbeelding 108). In afbeelding 109 is de gemiddelde samenstelling van zwerfafval in Nederland weergegeven.

► **Afb. 108** Zwerfafval.



► **Afb. 109** Het volume van zwerfafval in Nederland.



Veel mensen ergeren zich aan afval op straat. Toch blijken we er met z'n allen een enorme troep van te maken (zie afbeelding 110). Uit onderzoek blijkt dat mensen vooral uit gemakzucht zwerfafval veroorzaken (zie afbeelding 111). Veel mensen vinden het onhandig een papiertje of een leeg blikje een tijdje vast te houden, dus wordt het maar gedumpt. Er ligt toch al afval, dus waarom zou je het zelf ook niet doen? Het gekke is dat ook heel veel mensen vinden dat er hoge geldboetes moeten worden gegeven voor het gooien van afval op straat (zie afbeelding 112).

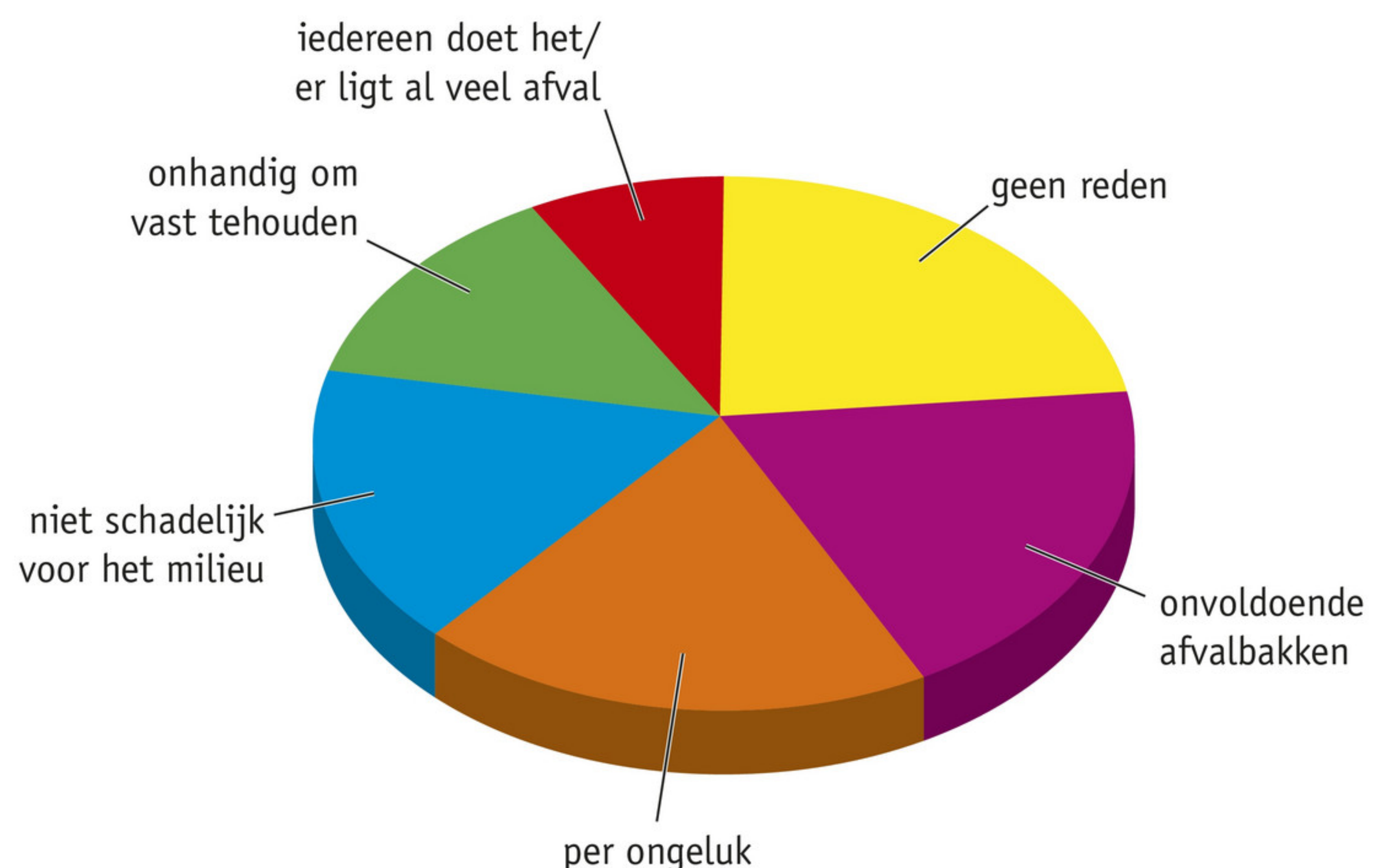
▼ Afb. 110

Rotzooi op straat

DEN HAAG – Twee op de drie mensen ergeren zich enorm aan afval in hun leefomgeving. Op de lijst van ergernissen staat zwerfafval op de tweede plaats, na hondenpoep. Uit de cijfers blijkt dat veel mensen afval op straat gooien. In 2014 werden na Koningsdag in Amsterdam ruim 5500 vuilniszakken vol afval bij elkaar

geveegd door de reinigingsdienst. Rijkswaterstaat ruimt jaarlijks langs de snelwegen zo'n 25 miljoen kilogram afval op. De totale hoeveelheid afval die wordt opgehaald op wegen buiten de bebouwde kom wordt geschat op 100 miljoen kilogram.

▼ Afb. 111 Redenen waarom mensen zwerfafval dumpen.



▼ Afb. 112

De vervuiler moet betalen

Nederlanders willen hoge geldboetes om zwerfafval te bestrijden. Dat is een van de opvallendste conclusies uit het onderzoek dat het NIPO onlangs heeft uitgevoerd in opdracht van de Stichting Nederland Schoon. Maar liefst 77% van de ondervraagden vindt dat zwerfafval in Nederland aangepakt kan worden door hogere geldboetes. Een boete van € 75,- voor het weggooien van afval

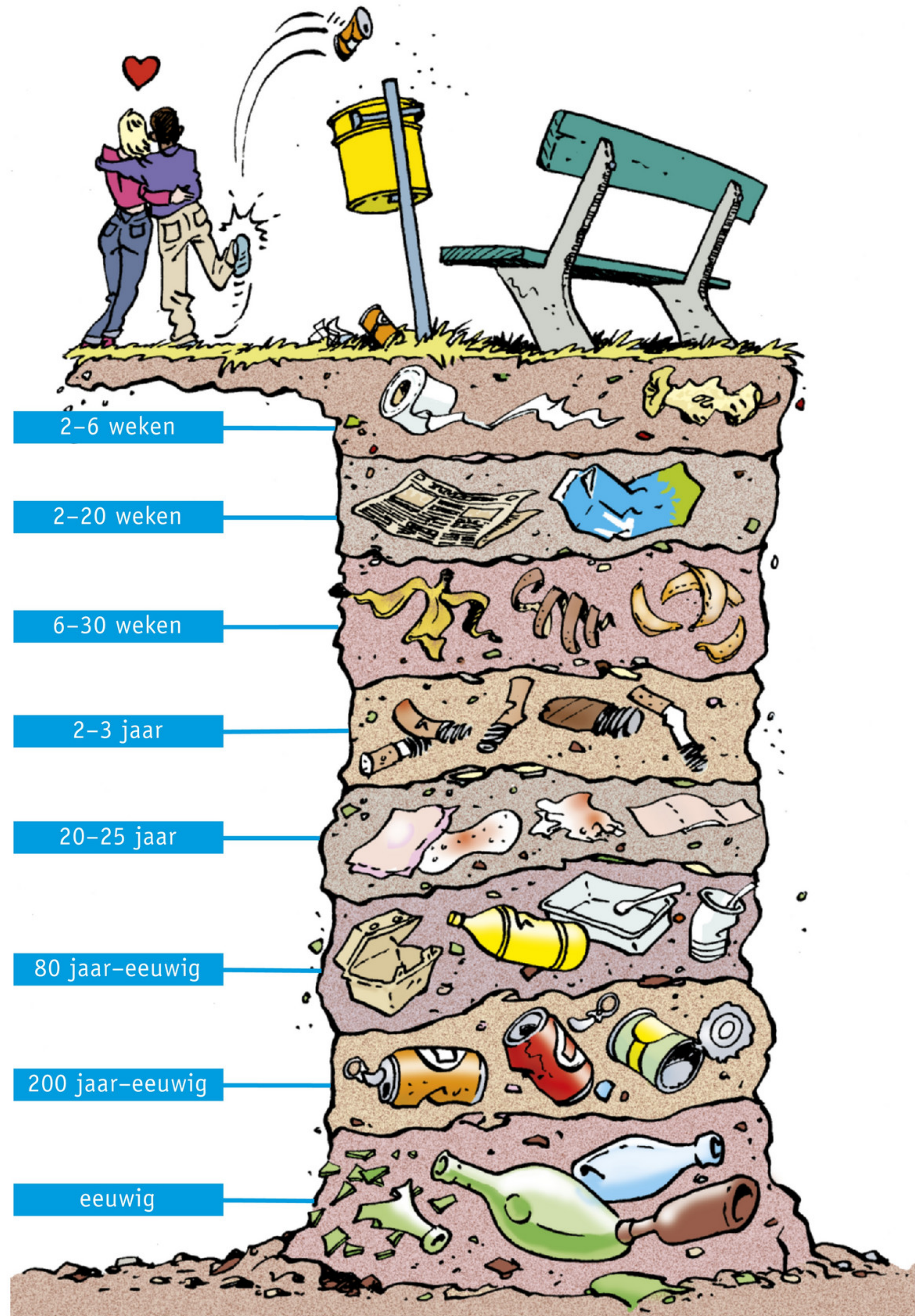
op straat is voor bijna de helft van de ondervraagden een prima bedrag. Het plaatsen van meer prullenbakken staat op de tweede plaats als het gaat om het voorkomen van zwerfafval. Het geven van voorlichting is de derde oplossing die door de geïnterviewden wordt aangegeven. Dit was voor de Stichting Nederland Schoon de aanleiding om een uitgebreide voorlichtingscampagne te beginnen.



Gebrek aan kennis is ook een reden voor het dumpen van afval. Veel mensen denken dat fruitschillen, peuken en kauwgom het milieu niet schaden. Deze producten zijn immers biologisch afbreekbaar. Ze realiseren zich niet dat het vaak jaren duurt voordat deze producten zijn afgebroken (zie afbeelding 113).

WB OPDRACHT 1 BLZ. 114

► **Afb. 113** Hoelang duurt het voordat zwerfafval is vergaan?



2 Maatregelen om het milieu te beschermen

De meeste mensen in Nederland zijn zich ervan bewust dat we rekening moeten houden met het milieu. Als we de aarde leefbaar willen houden is het belangrijk dat we rekening houden met de gevolgen van ons handelen voor de natuur en voor de toekomst.

DUURZAME ONTWIKKELING

In basisstof 2 heb je geleerd wat duurzame energie is. Duurzame energie is een onderdeel van **duurzame ontwikkeling**. Volgens de Verenigde Naties (VN) is dat 'ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen'. Duurzame ontwikkeling heeft te maken met alles wat mensen doen. Zo bestaan behalve duurzame energie bijvoorbeeld ook duurzame landbouw, duurzame huizenbouw en duurzaam ondernemen. Bij al deze vormen van duurzame ontwikkeling proberen we het milieu zo weinig mogelijk te belasten.

MAATREGELEN VAN DE OVERHEID

De landen van de Europese Unie stellen samen regels op waaraan de mensen, de industrie en de landbouw zich moeten houden. Om de luchtkwaliteit te verbeteren is voor veel stoffen bepaald wat de maximale hoeveelheid is die in de lucht mag voorkomen. In basisstof 4 zijn enkele maatregelen genoemd die de verzuring van het milieu tegengaan: auto's hebben katalysatoren gekregen en fabrieken hebben filters in hun schoorstenen aangebracht. Om de hoeveelheid koolstofdioxide die in de lucht terechtkomt te verminderen, is het belangrijk dat minder energie wordt gebruikt. Dit wordt onder andere bereikt door huizen te isoleren en zuinige apparaten te gebruiken. Met behulp van energielabels kun je zien hoe zuinig een huis, apparaat of auto is (zie afbeelding 114).

► Afb. 114



1 energielabel van een huis



2 energielabel van een auto

Door voorlichting te geven wil de overheid bevorderen dat wij allemaal zuiniger omgaan met energie (zie afbeelding 115). Per slot van rekening komt 26% van het energiegebruik in Nederland voor rekening van woningen en huishoudens (zie afbeelding 116).

▼ **Afb. 115** Bewust omgaan met energie.

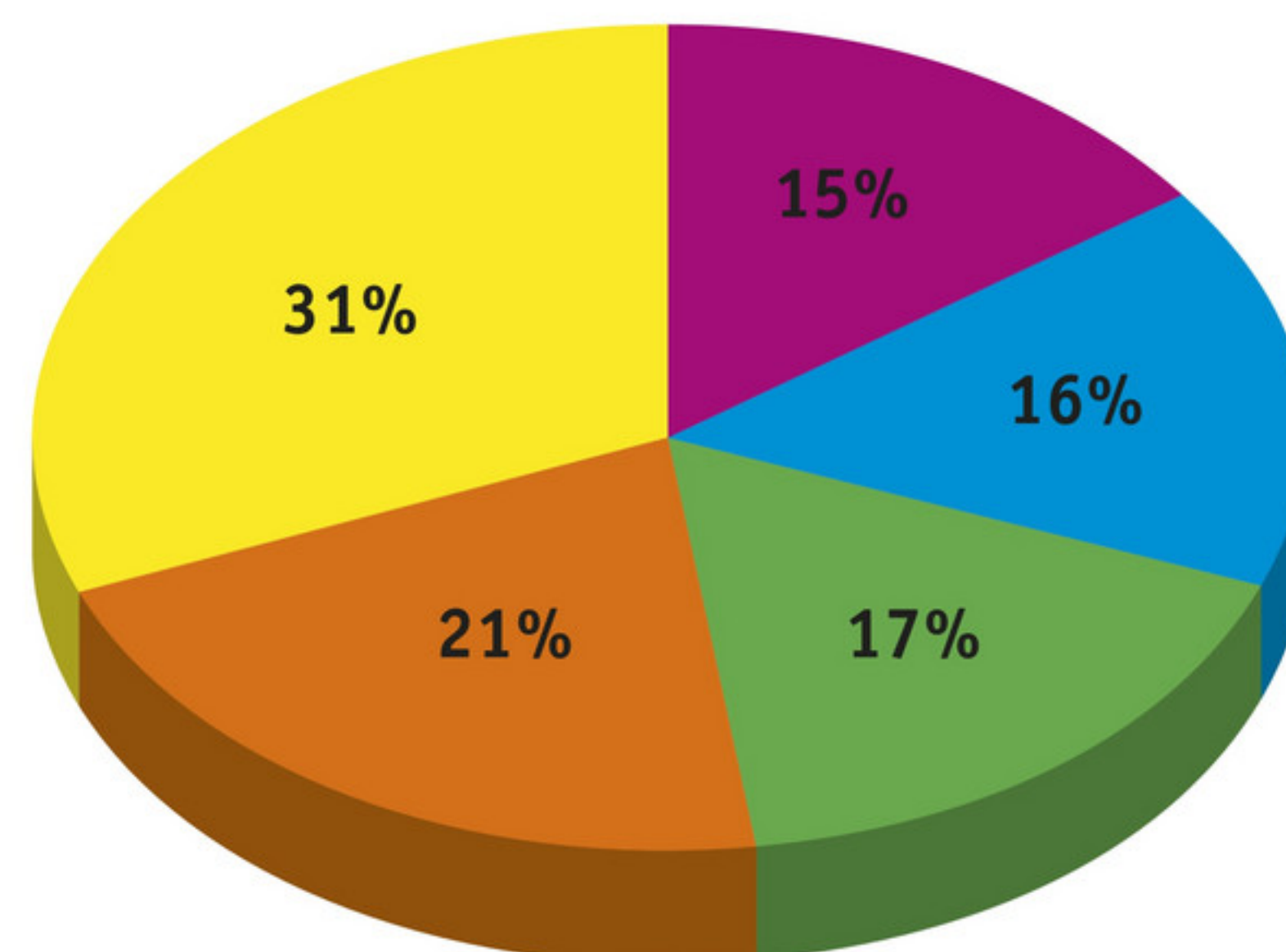


1 sommige mensen gebruiken de auto om overal naar toe te rijden



2 andere mensen fietsen of gaan met het openbaar vervoer

► **Afb. 116** Energiegebruik door huishoudens.



Legenda:

- verwarmen van warm water
- verlichten
- koelen
- wassen en drogen
- diverse elektrische apparaten

URBAN FARMING

Onderzoekers hebben berekend dat er in 2050 ongeveer negen miljard mensen op de aarde zijn. Om al deze mensen te kunnen voeden zal de voedselproductie moeten verdubbelen. Deze grote hoeveelheid voedsel kan niet worden verbouwd op de huidige land- en tuinbouwgrond. Om te voorkomen dat nog meer natuurgebieden worden vernietigd voor land- en tuinbouwgrond wordt onderzoek gedaan naar urban farming. Urban farming, in het Nederlands stadslandbouw genoemd, is het verbouwen, bewerken en verkopen of verdelen van voedsel in een stedelijke omgeving. Urban farming vindt vaak plaats in gebouwen of op daken.

▼ **Afb. 117** Vertical farming in Singapore.



Een bijzondere vorm van urban farming is vertical farming. Vertical farming (verticale landbouw) is het stapelen van de gewassen in een gebouw binnen een stedelijke omgeving. Door meer gewassen boven elkaar te verbouwen is veel minder landbouwgrond nodig. Omdat het voedsel in de stad wordt verbouwd kan het ook direct in dezelfde stad worden verkocht (zie afbeelding 117).

HOE MILIEUBEWUST BEN JE ZELF?

Hoe help jij mee om minder energie te verbruiken? Doe jij bijvoorbeeld het licht uit als je niet op je kamer bent? En koop je weleens iets bij de kringloopwinkel (zie afbeelding 118)?

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 116

► **Afb. 118**



3

Een bodemprofiel maken

▼ **Afb. 119** Een bodemprofiel.



De grond waar je op staat, bestaat uit heel veel verschillende lagen. Iedere laag heeft zijn eigen kenmerken, die belangrijk en bepalend zijn voor de plantengroei in dat gebied. Zo zijn de hoeveelheid voedingsstoffen, water en zuurstof belangrijke eigenschappen die van invloed zijn op de groei van planten. De bodem bepaalt dus voor een deel de vegetatie van een bepaald gebied. In het werkboek lees je hoe je een bodemprofiel kunt maken.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 118

A		
aanpassingen	96	
aantasting.....	126	
abiotische factoren.....	79	
abortus.....	56	
accumulatie	156	
afval	142	
afval, zwurf-	176	
afvalcontainers	144	
afvaleters.....	83	
afvalwater, huishoudelijk	160	
akkerbouw	147	
akkerbouwbedrijven.....	148	
albino	21	
allel	12	
allelenpaar.....	12	
alleseters.....	82	
amfibieën	42	
amputeren	54	
atmosfeer	135	
autotroof.....	102	
B		
bacteriën	41, 45	
bijvangst.....	152	
biobrandstoffen	132	
biociden	155	
biodiesel.....	132	
biodiversiteit.....	129	
bio-industrie	149	
biologisch afbreekbaar	142	
biologisch evenwicht	91	
biologische afbraak.....	142	
biologische gewasbescherming	157	
biologische landbouw	153	
biomassa	90, 132	
biomassa, piramide van	90	
biotechnologie	45	
biotische factoren	79	
biotoop.....	80	
bodemsanering.....	161	
broeikaseffect	135	
broeikasgassen.....	135	
C		
celdeling.....	14, 39	
celkerntransplantatie	48	
cfk	139	
chemische gewasbeschermingsmiddelen.....	148, 155	
chemische industrie	128	
chromosomen	9	
chromosomenportret.....	74	
climaxecosysteem	95	
code	9	
combinatiebedrijven	147	
commensalisme	121	
compost.....	146	
composteren.....	146	
concurrentie.....	120	
condensatie	85	
consumenten	83	
consumenten van de eerste orde	83	
consumenten van de tweede orde.....	83	
D		
dampkring	135	
dinosauriërs.....	42	
DNA	9	
DNA-testen.....	50	
dochtercellen	14	
dominante allel	52	
draagmoeder	48	
drager	54	
duinbos	118	
duinstruweel.....	118	
duurzame energie	132	
duurzame ontwikkeling	179	
E		
echoscoop	54	
echoscopie	54	
ecologie	78	
ecosysteem.....	80	
eencellige organismen.....	41	
eeneiige tweeling	19	
eerste eenvoudige levensvormen	41	
eerste orde, consumenten van de	83	
eiwit	15	
embryonale stamcellen	72	
energiestroom.....	103	
energiebronnen.....	127	
energierijke stof	103	
enkelvoudig	12	
evolutie	25	
evolutietheorie.....	25	
F		
fenotype	8	
fijnstof.....	140	
fossiele brandstoffen.....	131	
fossielen.....	35	
fossiliseren	36	

- G**
- gastheer 121
 - gemengde bedrijven 147
 - gemuteerd 20
 - gen 12
 - genetische advies 54
 - genetische modificatie 47
 - genomics 49
 - genotype 9
 - geologische tijdschaal 41
 - geslachtelijke voortplanting 18
 - geslachtscellen 12
 - gestroomlijnd 96
 - gewasbescherming, biologische 157
 - gewasbeschermingsmiddelen, chemische 155
 - gezwel 23
 - gift-container 144
 - gif 127
 - gisten 45
 - glastuinbouw 151
 - glucose 86
 - goedaardig 23
 - grassen 117
 - grijs water 160
 - grofvuil 144
 - grondstoffen 127, 145
- H**
- haaksnavel 98
 - hergebruik 145
 - herintroductie 129
 - het gat in de ozonlaag 139
 - heterotroof 102
 - heterozygoot 52
 - hoefgangers 97
 - homozygoot 52
 - horizonvervuiling 133
 - huishoudelijk afval 144
 - huishoudelijke afvalwater 160
 - huisvuil 144
 - humus 95
- I**
- individue 79
 - informatie 8
 - intensieve veehouderij 149
 - isolatie 32
- K**
- kanker 23
 - kca 146
 - kegelsnavel 98
 - klein chemisch afval (kca) 146
 - klimaat 92
 - klimaatverandering 136
 - klonen 48
 - kloneren 48
 - koolstofdioxide 86, 135
 - kringloop 84
 - kruidachtige planten 117
 - kunstmest 148
 - kunststoffen 143
 - kwaadaardig 23
- L**
- landbouw 147
 - landbouw, biologische 153
 - landbouwhuisdieren 147
 - landdieren 42
 - landplanten 42
 - levensgemeenschap 80
 - levensvormen, eerste eenvoudige 41
 - lichaamscellen 10
 - loopvogels 97
 - luchtverontreiniging 131
- M**
- meercellige organismen 42
 - mensachtigen 43
 - mestoverschot 149
 - metastase 23
 - milieu 78
 - milieuproblemen 126
 - milieustraat 146
 - mineralen 83
 - moedercel 14
 - monocultuur 148
 - monster 119
 - mutageen 21
 - mutant 21
 - mutatie 20
 - mutualisme 121
- N**
- natuurlijke selectie 28
 - natuurlijke vijanden 157
 - neerslag 85
 - niet-biologisch afbreekbaar afval 143
 - niet-selectief 155
 - niveau 79

- O**
- ongeslachtelijke voortplanting.....18
 - optimale omstandigheden.....91
 - optimumkromme.....93
 - opwarming van de aarde.....131
 - organische mest.....148
 - overbevissing.....152
 - overlevingskans.....28
 - ozon.....139
 - ozonlaag.....139
 - ozonlaag, het gat in de.....139
- P**
- paarvorming.....120
 - parasiet.....121
 - parasitisme.....121
 - paren.....10
 - perioden.....40
 - pincetsnavel.....98
 - pionierecosysteem.....95
 - piramide van aantallen.....88
 - piramide van biomassa.....90
 - plaag.....155
 - plantenetters.....81
 - populatie.....79
 - populatiegrootte.....91
 - prenataal onderzoek.....54
 - priemsnavel.....98
 - producenten.....83
- R**
- rangorde.....120
 - recessieve allel.....52
 - recombinant-DNA-technieken.....46
 - reconstructie.....36
 - recycling.....145
 - reducenten.....83
 - relaties.....78
 - reptielen.....42
 - resistent.....156
 - resistentie.....156
 - restafval.....144
 - risicogroep.....54
 - roofvogels.....97
 - rudimentaire organen.....39
 - rudimenten.....39
- S**
- samenwerking.....120
 - sauriërs.....42
 - schaduwplanten.....100
 - sedimenten.....35
 - smog.....140
 - stamcel.....71
 - stamcellen, embryonale.....72
 - stamcellen, volwassen.....71
 - steltlopers.....97
 - storten.....146
 - stratosfeer.....139
 - strooisel.....119
 - successie.....95
 - symbiose.....121
 - syndroom van Down.....55, 74
- T**
- teengangers.....97
 - territorium.....120
 - tijdperken.....40
 - topgangers.....97
 - transgeen.....47
 - trisomie 21.....74
 - trofische niveau.....103
 - troposfeer.....139
 - tuinbouw.....147
 - tuinbouwbedrijven.....151
 - tuinbouw in de open grond.....151
 - tumor.....23
 - tweede orde, consumenten van de.....83
 - twee-eiige tweeling.....19
- U**
- uilen.....97
 - uitputting.....126
 - uitzaaiing.....23
 - ultraviolette straling.....139
- V**
- variatie in genotypen.....26
 - vee-industrie.....149
 - veeteelt.....147
 - veeteeltbedrijven.....149
 - verbranden.....146
 - verdamping.....85
 - vervuiling.....126
 - verwantschap.....44
 - verweren.....94
 - verzuring.....141
 - vissen.....42
 - visserij.....152
 - visteelt.....152
 - vleeseters.....81
 - vlokkentest.....55

voedingsgewassen 147

voedselketen 81

voedselnet 82

voedselweb 82

vogels 42

volwassen stamcellen 71

voorjaarsbloeiërs 100

voortplanting, geslachtelijke 18

voortplanting, ongeslachtelijke 18

vruchtwaterpunctie 55

vruchtwisseling 153

W

warmte 146

warmte-uitstraling 135

waterdamp 85, 135

waterkracht 134

waterlelie 101

waterpest 101

watervogels 97

Z

zangvogels 97

zeefsnavel 98

zeespiegel 136

zomersmog 140

zonneboilers 133

zonnepanelen 133

zonplanten 100

zoogdieren 42

zoolgangers 97

zwerfafval 176

AUTEURS

Arteunis Bos
 Arthur Jansen
 Onno Kalverda
 Hans Rawee
 Gerard Smits
 Ben Waas

EINDREDACTIE

Arteunis Bos
 Onno Kalverda

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF: thema 5: 11 r, 13 l, 14.3, 18.1, 19, 20 rb, ro, 27, 31, 35.1, 43.3, 43.4, 43.5, 43.7, 43.9, 58, 71.2, 73, 80.2, 90.2; thema 7: 80; Algae-PARC, Wageningen UR: thema 7: 19; ANP Foto, Rijswijk: thema 5: 25 ro, 32; thema 6: 21; thema 7: 17, 21.1; 45.1, 45.2, 52.1; 78.3, 82, 83, 86, 95, 101, 112, 114.2, 118; AP Photo / Professor Woo Suk Hwang / Nature / PA: thema 5: 63; Associated Press / Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 5: 88; thema 6: 45; Teun Berserik, Den Haag: thema 5: 62; thema 7: 1, 6, 15, 113, 115; Ton Borsboom, Utrecht: thema 7: 60; Jennifer Brodmann / Universiteit Ulm: thema 6: 36; Buiten-beeld, Nijkerk: thema 6: 77.2; thema 7: 105; Corbis: thema 5: 40, 44.1; thema 7: 23, 102; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 5: 29.1, 29.3, 34, 43 l, 67, 85 r; thema 6: 6, 13, 25, 44, 56; thema 7: 18, 43, 46, 59, 109, 111, 116; Wim Euverman, Utrecht: thema 5: 53.1, 54, 55 achtergrond; Fresh Images / Reporters, Haarlem: thema 5: 60 l; Getty Images: thema 5: 26, 89; thema 6: 57; thema 7: 20, 21.2, 22, 25, 37.2, 38, 39, 119; Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 5: 24.2, 37, 93; thema 6: 26 b; thema 7: 44, 45.3, 49, 50, 52.3, 61, 67 b, o, 96, 100, 108; Imageselect, Wassenaar: thema 5: 24.1, 25 lo, 33 ro, 69.2, 70, 71.3; thema 6: 41; thema 7: 26, 29 lm, 74, 106; iStockphoto: thema 6: 7 l, r; JJP / LookatSciences / Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 5: 5; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: thema 5: 8, 10, 14.2, 50, 72, 74; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 5: 59, 60 ml, 61; thema 6: 73; thema 7: 47, 48, 51, 68, 93, 94, 97, 98, 103; Milieucentraal: thema 7: 114.1 o; Nationale Beeldbank, Amsterdam: thema 6: 27; thema 7: 42, 55; Novum Nieuws, Amsterdam: thema 5: 25 lb; Picture-Alliance, Frankfurt: thema 6: 1; Corina van Riel: thema 5: 57, 91; Reuters / Novum Nieuws, Amsterdam: thema 7: 117; Science Photo Library / ANP Foto, Rijswijk: thema 5: 7, 38, 60 mr, 96; thema 6:

REDACTIE

Ivonne Hermens, Grada Hooijer, PRosa Redactie

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Redactiebureau Ron Heijer, Markelo

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

76 r, 77.3; thema 7: 30.1, 78.1, 78.2; Shutterstock: thema 5: 3.1, 15, 23, 29.1, 29.2, 33 lb, mlb, mrb, rb, lo, mo, 35.2, 43.1, 43.2, 43.6, 43.8, 44.2, 46, 55 (alle dinosaurussen), 57 inzet, 60 r, 64.1, 65.3, 68, 69.1, 71.1, 78, 80.1, 84 lo, mo, ro, 85 l, 90.1, 97; thema 6: 8.1, 8.2, 8.3, 11, 14, 15, 24, 26 o, 29, 31, 32, 38, 42, 48, 49, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 71, 72, 74, 75, 76 l, 77.1; thema 7: 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 28, 29 lb, lo, 30.2, 32, 33, 34, 35, 36, 37.1, 41, 52.2, 56, 58, 62, 63, 64, 65, 69, 84, 91, 99, 107, 114.1 b; Skat Bio Controle: thema 7: 67 (logo); Stichting Sunwiser / Dr. Jetske Ultee, Rotterdam: thema 5: 30; Shutterstock: thema 7: 75; Bas Teunis Zoological Illustrations, Eindhoven: thema 5: 36, 39, 41, 42, 45, 47, 48, 49.2, 53.2, 76, 77, 81, 82, 83, 84.1, 84.2, 84.3, 86, 91 (paardachtigen), 92; thema 6: 2, 4, 5, 10, 17, 18, 23, 30, 33, 34, 43, 50, 51, 58, 62, thema 7: 9 (dieren); Thinkstock: thema 5: 25 rb; Frank Uijlenbroek / FFU Press Agency: thema 5: 21; Vork Teken- en Ontwerpburo, 's-Hertogenbosch: thema 7: 80; Henk van der Vrande: thema 5: 9, 95; thema 7: 57, 71

BEELDEN OMSLAG EN THEMA-OPENINGEN

omslag: giraffe, Shutterstock
 thema 5: leerling met DNA-model, Corbis
 thema 6: Oostvaardersplassen: Buiten-beeld, Nijkerk
 thema 7: stadstuinjes, Hollandse Hoogte

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978 90 345 8257 7

Zevende editie, zevende oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Arthur Jansen
Onno Kalverda
Hans Rawee
Gerard Smits
Ben Waas

ISBN 978 90 345 8257 7



9 789034 582577
551091

MALMBERG